ABHANDLUNGEN

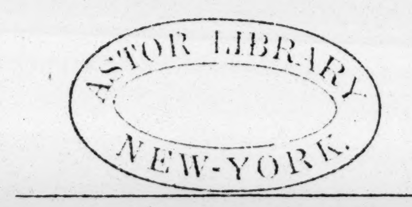
DER

KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN

ZU GÖTTINGEN.

ZEHNTER BAND.

VON DEN JAHREN 1861 UND 1862.



MIT ELF TAFELN.

GÖTTINGEN,

IN DER DIETERICHSCHEN BUCHHANDLUNG.

1862.

Vorrede.

Der vorliegende zehnte Band der Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen enthält die Arbeiten, welche von ihren Mitgliedern und Assessoren im Jahre 1861 und in der ersten Hälfte des Jahres 1862 in den Sitzungen der Societät theils vorgelesen, theils derselben vorgelegt worden sind. Auszüge daraus, so wie die kleineren der Societät mitgetheilten Abhandlungen, finden sich in den „Nachrichten von der G. A. Universität und der K. Gesellschaft der Wissenschaften“ vom Jahre 1861 und theilweise in den vom J. 1862.

Das jährlich unter den ältesten Mitgliedern der drei Classen wechselnde Directorium der Societät ging zu Michaelis 1861 von Herrn Hofrath ***W. Weber*** in der mathematischen Classe auf Herrn Professor ***Ewald*** in der historisch-philologischen Classe über.

Aus ihrer Mitte sind im Laufe des Jahres 1861 der Königl. Societät drei ihrer wirklichen Mitglieder in der physikalischen Classe durch den Tod entrissen worden:

Arnold Adolph Berthold, gestorben am 3. Februar im 58. Lebensjahre; seit 1837 Mitglied.

Johann Wilhelm Heinrich Conradi, gestorben am 27. October im 81. Lebensjahre; seit 1823 Mitglied;

Eduard von Siebold, gestorben am 27. October im 61. Lebensjahre; seit 1834 Mitglied *).

Von ihren auswärtigen Mitgliedern verlor die Societät in diesem Jahre:

Friedrich Tiedemann in München, gestorben am 28. Januar im 80. Lebensjahre. Seit 1816 Correspondent, seit 1851 Mitglied in der physikalischen Classe.

Von ihren Correspondenten sind gestorben:

G. H. Bergmann in Hildesheim am 29. October im 81. Jahre; seit 1837 Corresp. der physikalischen Classe.

John Forbes in London am 13. November im 74. Jahre; seit 1842 Corr. d. phys. Classe.

Ludwig Preller in Weimar am 21. Juni im 51. Jahre; seit 1860 Corr. der histor.-philolog. Classe.

Paul Joseph Schafarik in Prag am 26. Juni im 66. Jahre; seit 1855 Corr. d. histor.-philol. Classe.

G. W. Nitsch in Leipzig am 22. Juli im 71. Jahre; seit 1837 Corr. d. histor.-philol. Classe.

J. H. W. Küper in London am 28. November im 90. Jahre; seit 1837 Corr. d. histor.-philol. Classe.

Zu hiesigen ordentlichen Mitgliedern wurden erwählt und vom K. Universitäts-Curatorium bestätigt:

in der physikalischen Classe: Herr Professor ***Georg Meissner***;

in der mathematischen Classe: Herr Professor ***Johann Benedict Listing***.

*) Kurze biographische Notizen über diese drei Verstorbenen finden sich in den „Nachrichten“ 1861. S. 326.

Zu Assessoren wurden ernannt: für die physikalische Classe: Herr Professor ***Wilhelm Keferstein***; für die historisch-philologische Classe: Herr Professor ***Leo Meyer.***

Zu auswärtigen Mitgliedern wurden erwählt und von K. Curatorium bestätigt:

Physikalische Classe

Herr ***H. Milne-Edwards*** in Paris.

Mathematische Classe

Herr ***Christian Ludwig Gerling*** in Marburg, (zuvor Correspondent seit 1830).

Historisch-philologische Classe

die Herren ***Georg Gottfried Gervinus*** in Heidelberg.
Adolph Trendelenburg in Berlin.

Zu Correspondenten wurden ernannt:

Physikalische Classe

die Herren ***Ernst Brücke*** in Wien.
Alexander Braun in Berlin.
Franz von Kobell in München.
Carl Ludwig in Wien.
Hugo von Mohl in Tübingen.
Emil Du Bois Reymond in Berlin.
Archangelo Scacchi in Neapel.
Christian Friedrich Schönbein in Basel.
Quintinus Sella in Turin.
Wilhelm Vrolik in Amsterdam.

Mathematische Classe

die Herren ***Charles Hermite*** in Paris.
Leopold Kronecker in Berlin.

Historisch-philologische Classe

die Herren *Heinrich Ludwig Ahrens* in Hannover.
Ludwig C. Bethmann in Wolfenbüttel.
Carl Ludwig Grotefend in Hannover.
F. J. Georg von dem Knesebeck in München.
Max Müller in Oxford.
Arnold Schäfer in Greifswald.

Die im Laufe des Jahres 1861 und der ersten Hälfte des Jahres 1862 in den Sitzungen der K. Societät theils vorgetragenen, theils vorgelegten Abhandlungen und kleineren Mittheilungen sind folgende:

1861.

Am 5. Jan. *Henle*, Abhandlung von Prof. *Krause* über den Bau der Retinastäbchen beim Menschen. (Nachr. S. 17.)

— — *Geuther*, über das magnetische Chromoxyd. (Nachr. S. 3.)

Am 2. Febr. *Scheerer*, Corresp. d. Soc., über die chemische Constitution krystallinischer Silicatgesteine. (Nachr. S. 33.)

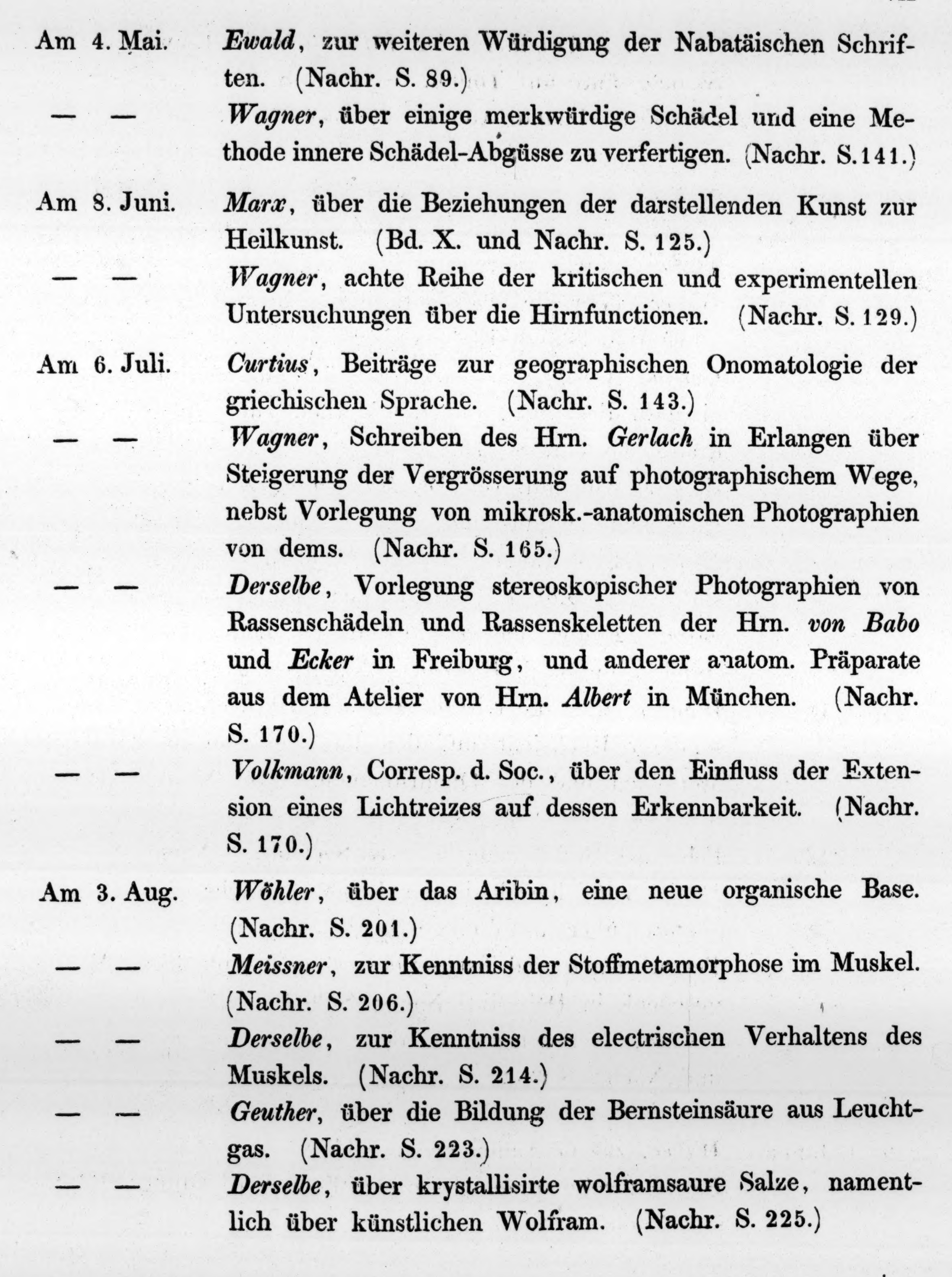
— — *Sartorius von Waltershausen*, Erklärung des Inhaltes des 7. Heftes seines Aetna-Atlasses. (Nachr. S. 38.)

— — *Wicke*, über das Vorkommen und die physiologische Verwendung der Kieselsäure bei den Dicotyledonen. (Nachr. S. 45.)

Am 9. März. *Wöhler*, Schreiben des Hrn. *Beneke* in Marburg, über die Gallesäuren-Reaction vieler Gewebe und Stoffe des Thierkörpers. (Nachr. S. 75.)

— — *Weber*, über das von *Gauss* berechnete und von *Steinheil* ausgeführte Fernrohr-Objectiv. (Nachr. S. 75.)

— — *Klinkerfues*, über eine Abkürzung der Gauss'schen Methode der Bahnbestimmung von Planeten und Cometen. (Nachr. S. 84.)



Am 4. Mai. *Ewald*, zur weiteren Würdigung der Nabatäischen Schriften. (Nachr. S. 89.)

— — *Wagner*, über einige merkwürdige Schädel und eine Methode innere Schädel-Abgüsse zu verfertigen. (Nachr. S. 141.)

Am 8. Juni. *Marx*, über die Beziehungen der darstellenden Kunst zur Heilkunst. (Bd. X. und Nachr. S. 125.)

— — *Wagner*, achte Reihe der kritischen und experimentellen Untersuchungen über die Hirnfunctionen. (Nachr. S. 129.)

Am 6. Juli. *Curtius*, Beiträge zur geographischen Onomatologie der griechischen Sprache. (Nachr. S. 143.)

— — *Wagner*, Schreiben des Hrn. *Gerlach* in Erlangen über Steigerung der Vergrösserung auf photographischem Wege, nebst Vorlegung von mikrosk.-anatomischen Photographien von dems. (Nachr. S. 165.)

— — *Derselbe*, Vorlegung stereoskopischer Photographien von Rassenschädeln und Rassenskeletten der Hrn. *von Babo* und *Ecker* in Freiburg, und anderer anatom. Präparate aus dem Atelier von Hrn. *Albert* in München. (Nachr. S. 170.)

— — *Volkmann*, Corresp. d. Soc., über den Einfluss der Extension eines Lichtreizes auf dessen Erkennbarkeit. (Nachr. S. 170.)

Am 3. Aug. *Wöhler*, über das Aribin, eine neue organische Base. (Nachr. S. 201.)

— — *Meissner*, zur Kenntniss der Stoffmetamorphose im Muskel. (Nachr. S. 206.)

— — *Derselbe*, zur Kenntniss des electrischen Verhaltens des Muskels. (Nachr. S. 214.)

— — *Geuther*, über die Bildung der Bernsteinsäure aus Leuchtgas. (Nachr. S. 223.)

— — *Derselbe*, über krystallisirte wolframsaure Salze, namentlich über künstlichen Wolfram. (Nachr. S. 225.)

Am 3. Aug.	*Wöhler*, Abhandl. von Dr. *Fittig* über die Einwirkung der Salpetersäure auf Toluol. (Nachr. S. 232.)
— —	*Derselbe*, Abhandl. von Dr. *Stohmann* über die Vegetation von Maispflanzen in Lösungen ihrer Nährstoffe. (Nachr. S. 237.)
Am 1. Oct.	*Ewald*, über die Ursache der Zerstörung Jerusalems durch Titus. (Nachr. S. 252.)
Am 2. Nov.	*Weber*, über die beabsichtigte Einführung eines galvanischen Widerstands-Etalons oder Standarts. (Nachr. S. 263.)
— —	*Gerling*, Corresp. d. Soc., Notiz über die Prioritätsverhältnisse in Beziehung auf die Methode der kleinsten Quadrate. (Nachr. S. 273.)
— —	*Wöhler*, Abhandl. von Dr. *Husemann*: Zur Kenntniss des Rhodanammoniums und seiner Analoga. (Nachr. S. 275.)
— —	*Henle*, Mittheilungen aus dem hiesigen pathologischen Institute. 1) Zur Physiologie der Haut, von Stud. *Edenhuizen*, 2) über das basale Ende der Zellen des Cylinderepitels, von Stud. *Wiehen*. (Nachr. S. 293.)
Am 6. Dec.	*Wagner*, über die Hirnbildung der Mikrocephalen mit besonderer Rücksicht auf den Bau des Gehirns normaler Menschen und der Quadrumanen. (Bd. X. und Nachr. S. 393.)
Am 7. Dec.	Feier des Stiftungstags der K. Societät. (Nachr. S. 325.)
— —	*Henle*, zur Physiologie der Leber. (Nachr. S. 338.)
— —	*Curtius*, über die Weihgeschenke der Griechen nach den Perserkriegen und insbesondere über das platäische Weihgeschenk in Delphi. (Nachr. S. 361.)
— —	*Listing*, über den Census räumlicher Complexe. (Bd. X. und Nachr. S. 352.)
1862.	
Am 4. Januar.	*Weber*, zur Galvanometrie. (Bd. X.)
— —	*Ewald*, zweite sprachwissenschaftliche Abhandlung. (Bd. X. und Nachr. S. 1.)

Am 4. Jan. *Henle*, zur Anatomie der Niere. (Bd. X. und Nachr. S. 4, 113 und 206.)

— — *Leuckart*, Corresp. d. Soc., helminthologische Experimentaluntersuchungen. (Nachr. S. 13.)

— — *Wöhler*, Abhandl. von Dr. *Fittig*, über das Monobrombenzol. (Nachr. S. 21.)

Am 19. Jan. *Wöhler*, Fortsetzung der Untersuchungen über die Coca und das Cocaïn. (Nachr. S. 45.)

Am 1. Febr. *Henle*, zur Physiologie der Stimme. (Nachr. S. 50.)

— — *Waitz*, über die sogenannte Klingenberger Chronik. (Nachr. S. 73.)

— — *Wicke*, weitere Beobachtungen über das Vorkommen und die physiologische Verwendung der Kieselsäure im Pflanzenreich. (Nachr. S. 53.)

— — *Keferstein*, Untersuchungen über niedere Seethiere. (Nachr. S. 60.)

Am 1. März. *Wagner*, Referat über eine Sendung von craniologischen Gypsabgüssen aus Gräberfunden von Hrn. *Lisch* in Schwerin, Corresp. d. Soc. (Nachr. S. 110.)

— — *Sartorius von Waltershausen* legt seine nun vollendete topographische und geologische Karte des Aetna vor. (Nachr. S. 111.)

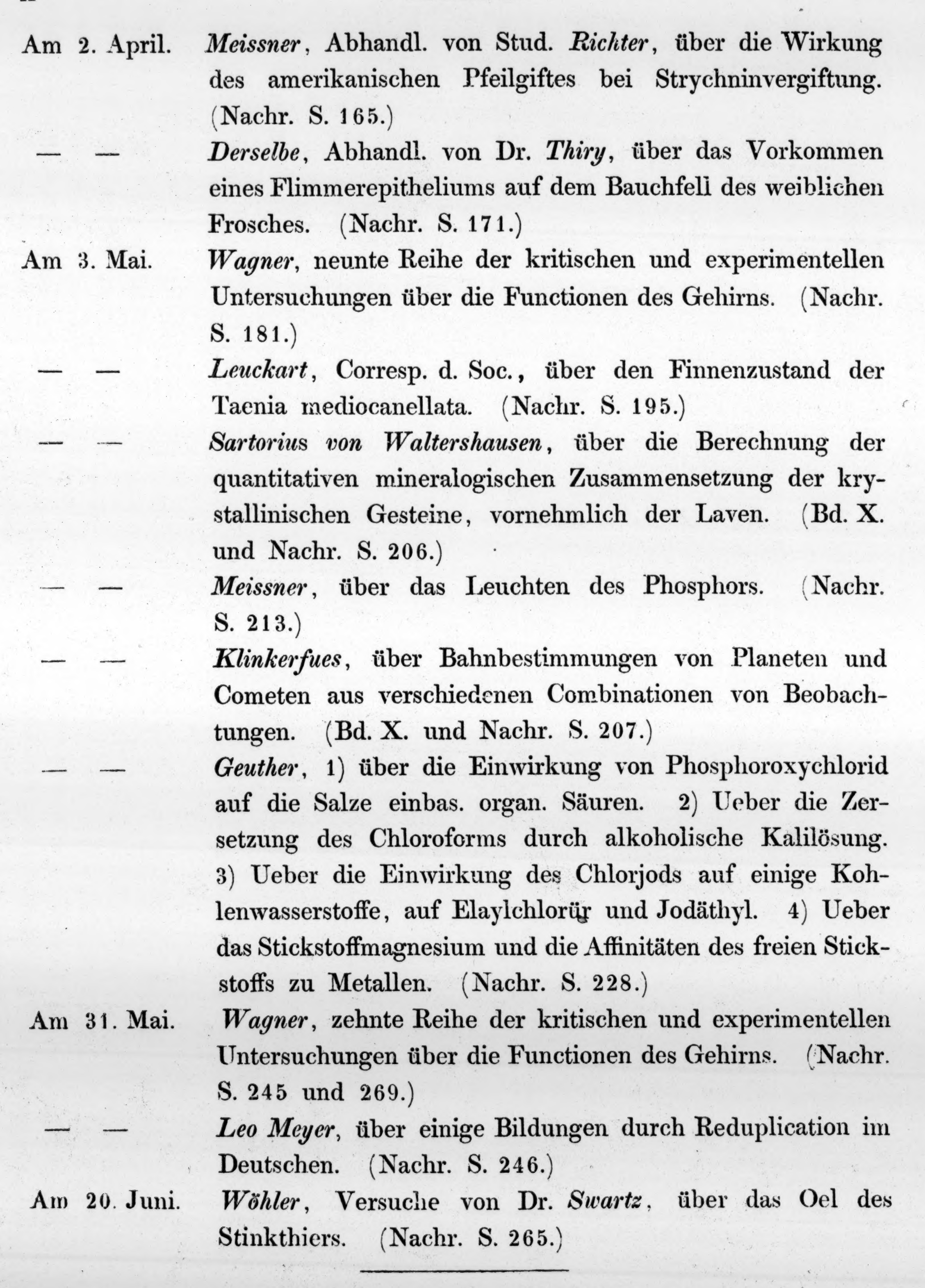
— — *Nöldeke*, über die Mundart der Mandäer. (Bd. X. und Nachr. S. 113.)

— — *Leo Meyer*, über zwei geleugnete Vocale des Gothischen. (Nachr. S. 115.)

Am 16. März. *Scheerer*, Corresp. d. Soc., über die atomistische Constitution der Kieselsäure, abgeleitet aus der specifischen Wärme des Siliciums. (Nachr. S. 152.)

— — *Wöhler*, Abhandl. von Dr. *Beilstein*, über einige Derivate der Glycerinsäure. (Nachr. S. 174.)

Am 2. April. *Meissner*, über die Darstellung des Fleischzuckers. (Nachr. S. 157.)



Am 2. April.	*Meissner*, Abhandl. von Stud. *Richter*, über die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes bei Strychninvergiftung. (Nachr. S. 165.)
— —	*Derselbe*, Abhandl. von Dr. *Thiry*, über das Vorkommen eines Flimmerepitheliums auf dem Bauchfell des weiblichen Frosches. (Nachr. S. 171.)
Am 3. Mai.	*Wagner*, neunte Reihe der kritischen und experimentellen Untersuchungen über die Functionen des Gehirns. (Nachr. S. 181.)
— —	*Leuckart*, Corresp. d. Soc., über den Finnenzustand der Taenia mediocanellata. (Nachr. S. 195.)
— —	*Sartorius von Waltershausen*, über die Berechnung der quantitativen mineralogischen Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine, vornehmlich der Laven. (Bd. X. und Nachr. S. 206.)
— —	*Meissner*, über das Leuchten des Phosphors. (Nachr. S. 213.)
— —	*Klinkerfues*, über Bahnbestimmungen von Planeten und Cometen aus verschiedenen Combinationen von Beobachtungen. (Bd. X. und Nachr. S. 207.)
— —	*Geuther*, 1) über die Einwirkung von Phosphoroxychlorid auf die Salze einbas. organ. Säuren. 2) Ueber die Zersetzung des Chloroforms durch alkoholische Kalilösung. 3) Ueber die Einwirkung des Chlorjods auf einige Kohlenwasserstoffe, auf Elaylchlorür und Jodäthyl. 4) Ueber das Stickstoffmagnesium und die Affinitäten des freien Stickstoffs zu Metallen. (Nachr. S. 228.)
Am 31. Mai.	*Wagner*, zehnte Reihe der kritischen und experimentellen Untersuchungen über die Functionen des Gehirns. (Nachr. S. 245 und 269.)
— —	*Leo Meyer*, über einige Bildungen durch Reduplication im Deutschen. (Nachr. S. 246.)
Am 20. Juni.	*Wöhler*, Versuche von Dr. *Swartz*, über das Oel des Stinkthiers. (Nachr. S. 265.)

In Betreff der von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften aufgegebenen Preisfragen ist Folgendes zu berichten:

Für den November 1861 hatte die mathematische Classe die im J. 1858 unbeantwortet gebliebene Frage von Neuem gestellt, nämlich:

A fluidis electricis, quae a conductore altero ad alterum vel per aërem vel per vacuum transeant, nonnullas illius conductoris particulas a superficie abscindi atque ad hujus conductoris superficiem transferri, inter observatores constat. Jam quaeratur 1) utrum haec particularum ponderabilium remotio a solo fluido electrico positivo efficiatur, an etiam a fluido negativo, et unde pendent, a quo fluido ea efficiatur; 2) num certa quaedam ratio inter illam particularum ponderabilium, quae removentur, massam et hanc fluidi electrici, quo efficitur, quantitatem indicari possit.

Bei elektrischen Entladungen von einem Conductor zum andern durch die Luft oder auch durch den leeren Raum reisst die Elektricität kleine Theile des einen Conductors ab und führt sie zum andern Conductor hinüber. Es soll untersucht werden 1) ob nur von der positiven Elektricität solche Theile abgerissen und fortgeführt werden, oder auch von der negativen, und wovon das eine oder das andere abhänge; 2) ob die Masse der fortgerissenen Theile in einem bestimmbaren Verhältnisse zu der Elektricität steht, welche von dem einen Conductor zum andern entladen wird.

Diese Frage ist abermals unbeantwortet geblieben.

Für die nächsten Jahre sind von der Königlichen Gesellschaft folgende Preisfragen gestellt:

Für den November 1862 von der historisch-philologischen Classe die Frage:

De diebus festis atticis quamquam post Corsinum multi ita egerunt, ut vel antiquitates publicas et sacras vel historiam litterarum artiumque tractentes ritus illorum atque sollennia illustrarent, et de quibusdam insigni eruditione explicatis non videtur fere quidquam addi posse, summopere tamen optandum est, ut universa quaestio peculiari libro denuo pertractetur et, quantum fieri potest, absolvatur. Multum enim abest, ut de dierum festorum atticorum origine, caussis, temporibus satis constet, neque cum vitae rusticae operibus qua ratione cohaereant, efflorescente republica quomodo paulatim aucti et immutati sint, ex oraculi denique delphici auctoritate quatenus pependerint, ita exploratum est, ut fieri potest,

si quis subsidiis, unde sacrorum publicorum notitia haurienda est, omnibus et maxime titulis nuper repertis recte usus fuerit. Postulat igitur Societas Regia litterarum,

ut dies festi Atheniensium publici, per singulos menses dispositi, plene atque accurate enarrentur, ex historia attica diligenter illustrentur, ad poesin et varia artium genera Athenis excolenda quam vim habuerint, explicetur.

„Das attische Festjahr ist zwar seit Corsini vom Gesichtspunkte der politischen und religiösen Alterthümer, so wie von dem der Litteratur- und Kunstgeschichte vielfältig behandelt, und einzelne Gruppen der Feste sind mit erschöpfender Gelehrsamkeit bearbeitet worden. Indessen fehlt noch immer eine vollständige Bearbeitung des gesammten Materials, welches neuerdings durch Inschriften wesentlich vermehrt worden ist. Auch ist der ursprüngliche Sinn und Inhalt der einzelnen Feste, die zeitliche Ordnung derselben, ihre Beziehung auf die Geschäfte des Landlebens, ihre allmähliche Erweiterung und Umgestaltung durch Entwickelung des städtischen und politischen Lebens, ihr Zusammenhang mit Delphi und ihr Verhältniss zu denen der anderen hellenischen Staaten noch immer nicht in der Weise dargestellt worden, wie es die vorhandenen Hülfsmittel erlauben und wie es zu einer Anschauung des attischen Lebens erforderlich ist. Die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften glaubt daher eine zeitgemäse und dankbare Aufgabe zu stellen, wenn sie nach den angegebenen Gesichtspunkten

eine geschichtliche Darstellung des attischen Festjahrs verlangt, wobei zugleich der Einfluss, welchen die Feste auf die Entwickelung der Poesie, so wie auf die verschiedenen Gattungen der Bau- und Bildkunst ausgeübt haben, zu berücksichtigen ist“.

Für den November 1863 ist von der physikalischen Classe folgende Preisfrage gestellt:

Quum eximiis Cl. Hofmeister investigationibus Selaginellae genesis satis cognita sit, Lycopodii vero naturae explorandae botanici hucusque frustra operam navaverint, desiderat R. S. ut germinatione accurate observata novis experimentis iconibusque microscopicis illustretur quaenam sit Lycopodii sporarum functio et cuinam Cryptogamorum vascularium familiae hocce genus vera affinitate jungatur.

„Da durch Hofmeister's ausgezeichnete Untersuchung die Entwickelungsgeschichte der Selaginellen zur Genüge bekannt, eine genauere Kenntniss des Wesens der Lycopodien aber bis jetzt von den Botanikern vergebens erstrebt ist, so wünscht die K. S. dass nach sorgfältiger Beobachtung des Keimens durch die Mittheilung neuer Versuche und mikroskopischer Abbildungen die Bedeutung

der Sporen von Lycopodium nachgewiesen und ausgeführt werde, mit welcher Familie der kryptogamischen Gefässpflanzen diese Gattung wirklich verwandt ist".

Für den November 1864 macht die K. Societät die folgende, von der mathematischen Classe gestellte Preisfrage bekannt:

In tabulis numerorum primorum, quoquousque pergitur, semper inveniuntur numeri primi, quorum differentia est = 2; unde valde verisimile est seriem horum numerorum nunquam abrumpi. Jam postulat Soc. R.

„ut argumentis firmis dijudicetur, utrum multitudo binorum numerorum primornm duobus tantum unitatibus differentium sit infinita necne".

„In den Primzahlentafeln findet man, wie weit man auch fortgehen möge, immer noch Primzahlen, deren Differenz = 2 ist, und es ist daher sehr wahrscheinlich, dass die Reihe dieser Zahlen niemals abbricht. Die K. Societät wünscht nun,

„dass durch strenge Schlüsse entschieden werde, ob die Anzahl der Primzahlen, die nur um zwei Einheiten verschieden sind, unendlich ist, oder nicht".

Die Concurrenzschriften müssen vor Ablauf des Septembers der bestimmten Jahre an die Königliche Gesellschaft der Wissenschaften portofrei eingesandt sein, begleitet von einem versiegelten Zettel, welcher den Namen und Wohnort des Verfassers enthält und mit dem Motto auf dem Titel der Schrift versehen ist.

Der für jede dieser Aufgaben ausgesetzte Preis beträgt funfzig Ducaten.

* * *

Die von dem Verwaltungsrathe der Wedekindschen Preisstiftung für deutsche Geschichte für den zweiten Verwaltungszeitraum bestimmten Aufgaben sind in Nr. 6 der Nachrichten von 1861 und Nr. 8 von 1862 wiederholt bekannt gemacht worden.

Göttingen im September 1862.

Fried. Wöhler.

Verzeichniss der Mitglieder

der

Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen

gegen Ende des Jahres 1862.

Ehren - Mitglieder.

Prinz Maximilian von Neuwied, seit 1826.
Herzog de Luynes in Paris, seit 1853.
Andreas von Baumgartner in Wien, seit 1854.
Wilh. Friedr., Rheingraf u. Fürst zu Salm-Horstmar in Coesfeld, seit 1857.
Dietrich Georg von Kieser, seit 1862. (Zuvor Corresp. seit 1808.)

Ordentliche Mitglieder.

Physikalische Classe.

C. F. H. Marx, seit 1833.
Fr. Wöhler, seit 1837. Beständiger Secretair seit 1860.
F. Gottl. Bartling, seit 1843.
R. Wagner, seit 1843.
A. Grisebach, seit 1851.
F. G. J. Henle, seit 1853.
W. Sartorius von Waltershausen, seit 1856.
G. Meissner, seit 1861.

Mathematische Classe.

W. E. Weber, seit 1831.
G. C. J. Ulrich, seit 1845.
B. Riemann, seit 1859. (Zuvor Assessor seit 1856.)
J. B. Listing, seit 1861.

Historisch - philologische Classe.

H. Ewald, seit 1833.
H. Ritter, seit 1840.
C. Hoeck, seit 1841.

G. Waitz, seit 1849.
W. Havemann, seit 1850. (Zuvor Assessor, seit 1841.)
E. Curtius, seit 1856.
H. F. Wüstenfeld, seit 1856. (Zuvor Assessor, seit 1841.)
H. Sauppe, seit 1857.
J. E. Wappäus, seit 1860. (Zuvor Assessor, seit 1851.)

Assessoren.

Physikalische Classe.

E. F. G. Herbst, seit 1835.
C. Boedeker, seit 1857.
W. Wicke, seit 1859.
A. Geuther, seit 1860.
W. Keferstein, seit 1861.

Mathematische Classe.

E. F. W. Klinkerfues, seit 1855.
E. Schering, seit 1860.

Historisch-philologische Classe.

G. Schmidt, seit 1860.
Th. Nöldeke, seit 1860.
L. Meyer, seit 1861.

Auswärtige Mitglieder.

Physikalische Classe.

Sir James Clark in London, seit 1837.
C. M. Marx in Braunschweig, seit 1837.
Carl Ernst von Baer in St. Petersburg, seit 1851.
Jean Baptiste Dumas in Paris, seit 1851. (Zuvor Correspondent. seit 1849.)
Christian Gottfried Ehrenberg in Berlin, seit 1851.
Carl Friedrich von Martius in München, seit 1851.
Justus Freiherr von Liebig in München, seit 1851. (Zuvor Corresp. seit 1840.)
Ernst Heinrich Weber in Leipzig, seit 1851.
Carl Friedrich Theodor Krause in Hannover, seit 1852.
Wilhelm Haidinger in Wien, seit 1853.
Carl Friedrich Naumann in Leipzig, seit 1853.

Robert Bunsen in Heidelberg, seit 1855.
Elie de Beaumont in Paris, seit 1855.
Heinrich Rose in Berlin, seit 1856.
Gustav Rose in Berlin, seit 1856.
E. Mitscherlich in Berlin, seit 1857.
Gustav Magnus in Berlin, seit 1857.
G. Forchhammer in Kopenhagen, seit 1857.
Louis Agassiz in Boston, seit 1859.
Pierre Marie Flourens in Paris, seit 1859.
Sir William Hooker in Kew bei London, seit 1859.
Sir Richard Owen in London, seit 1859.
Adolph Brongniart in Paris, seit 1860.
August Wilh. Hofmann in London, seit 1860.
H. Milne Edwards in Paris, seit 1861.

Mathematische Classe.

Sir David Brewster in Edinburgh, seit 1826,
J. F. Encke in Berlin, seit 1830.
F. G. W. Struve in St. Petersburg, seit 1835.
Mich. Faraday in London, seit 1835.
Joh. Plana in Turin, seit 1837.
Sir John Herschel in Collingwood, seit 1840. (Zuvor Correspondent, seit 1815.)
U. J. Leverrier in Paris, seit 1846.
P. A. Hansen in Gotha, seit 1849.
George Biddel Airy in Greenwich, seit 1851.
Charles Wheatstone in London, seit 1854.
Joseph Liouville in Paris, seit 1856.
E. Kummer in Berlin, seit 1856. (Zuvor Correspondent, seit 1851.)
F. E. Neumann in Königsberg, seit 1856.
Henri Victor Regnault in Paris, seit 1859.
William Hallows Miller in Cambridge, seit 1859.
Christian Ludwig Gerling in Marburg, seit 1861. (Zuvor Corresp. seit 1830.)

Historisch-philologische Classe.

Fr. Gottl. Welcker in Bonn, seit 1819. (Zuvor hies. ord. Mitglied, seit 1817.)
Jacob Grimm in Berlin, seit 1837. (Zuv. Corresp. seit 1825; hies. ord. Mitgl. seit 1830.)
A. Boeckh in Berlin, seit 1830.
Im. Bekker in Berlin, seit 1835.
Ed. Gerhard in Berlin, seit 1835.

G. H. Pertz in Berlin, seit 1837.
C. B. Hase in Paris, seit 1837.
François Guizot in Paris, seit 1841.
Christian August Brandis in Bonn, seit 1851.
Victor Cousin in Paris, seit 1851.
J. M. Lappenberg in Hamburg, seit 1851. (Zuvor Correspondent, seit 1837.)
Leopold Ranke in Berlin, seit 1851.
Justus Olshausen in Berlin, seit 1853.
Franz Bopp in Berlin, seit 1854.
Celestino Cavedoni in Modena, seit 1854.
Ludwig Döderlein in Erlangen, seit 1854.
Christian Lassen in Bonn, seit 1860. (Zuvor Correspondent, seit 1850.)
Georg Friedr. Schömann in Greifswald, seit 1860. (Zuvor Corresp. seit 1850.)
Joh. Friedr. Böhmer in Frankfurt a. M., seit 1860. (Zuvor Corresp. seit 1853.)
Gottfried Bernhardy in Halle, seit 1860. (Zuvor Correspondent, seit 1854.)
Friedrich Ritschl in Bonn, seit 1860. (Zuvor Correspondent, seit 1854.)
Wilhelm Wackernagel in Basel, seit 1860. (Zuvor Correspondent, seit 1855.)
August Meineke in Berlin, seit 1860.
Georg Gottfried Gervinus in Heidelberg, seit 1861.
Adolph Trendelenburg in Berlin, seit 1861.

Correspondenten.

Physikalische Classe.

August von Vogel in München, seit 1816.
W. Lawrence in London, seit 1835.
E. Eichwald in St. Petersburg, seit 1841.
Robert Willis in London, seit 1844.
De Medici Spada in Rom, seit 1847.
Carl Theodor von Siebold in München, seit 1850.
Hermann Stannius in Rostock, seit 1850.
Theodor Schwann in Lüttich, seit 1853.
Theod. Ludw. Wilhelm Bischoff in München, seit 1853.
Theodor Scheerer in Freiberg, seit 1853.
Wilhelm Duncker in Marburg, seit 1853.
G. A. Carl Städeler in Zürich, seit 1853. (Zuvor Assessor, seit 1851.)
Hermann Kopp in Giessen, seit 1855.
Anton Schrötter in Wien, seit 1856.
J. Pelouze in Paris, seit 1856.

Henri Sainte Claire Deville in Paris, seit 1856.
Axel Erdmann in Stockholm, seit 1857.
L. Zeuschner in Warschau, seit 1857.
Carl Bergmann in Rostock, seit 1859.
Heinrich Helmholtz in Heidelberg, seit 1859.
Johannes Hyrtl in Wien, seit 1859.
Nicolai von Kokscharow in St. Petersburg, seit 1859.
Rudolph Leuckart in Giessen, seit 1859.
Carl Rössler in Hanau, seit 1859
Eduard Weber in Leipzig, seit 1860.
Alfred Wilh. Volkmann in Halle, seit 1860.
F. H. Bidder in Dorpat, seit 1860.
Carl Schmidt in Dorpat, seit 1860.
F. C. Donders in Utrecht, seit 1860.
J. van der Hoeven in Leyden, seit 1860.
Daniel Friedr. Eschricht in Kopenhagen, seit 1860.
Joh. Jap. Sm. Stenstrup in Kopenhagen, seit 1860.
Hermann von Meyer in Frankfurt a. M., seit 1860.
Bernhard Studer in Bern, seit 1860.
Heinrich Limpricht in Greifswald, seit 1860. (Zuvor Assessor, seit 1857.)
Ernst Brücke in Wien, seit 1861.
Emil du Bois Reymond in Berlin, seit 1861.
Alexander Braun in Berlin, seit 1861.
Franz von Kobell in München, seit 1861.
Carl Ludwig in Wien, seit 1861.
Hugo von Mohl in Tübingen, seit 1861.
Christian Friedrich Schönbein in Basel, seit 1861.
Archangelo Scacchi in Neapel, seit 1861.
Quintino Sella in Turin, seit 1861.
Wilhelm Vrolik in Amsterdam, seit 1861.

Mathematische Classe.

Edward Sabine in London, seit 1823.
A. Quetelet in Brüssel, seit 1837.
C. A. von Steinheil in München, seit 1837.
A. Th. Kupffer in St. Petersburg, seit 1840.
Chr. Hansteen in Christiania, seit 1840.
Carl Kreil in Wien, seit 1841.

Heinr. Buff in Giessen, seit 1842.
Humphrey Lloyd in Dublin, seit 1843.
A. F. Möbius in Leipzig, seit 1846.
F. G. A. Argelander in Bonn, seit 1846.
C. A. F. Peters in Altona, seit 1851.
John. Couch Adams in Cambridge, seit 1851.
Thomas Clausen in Dorpat, seit 1854.
Johann Christian Poggendorff in Berlin, seit 1854.
Carl Rümker in Hamburg, seit 1854.
Ludwig Seidel in München, seit 1854.
Georg Rosenhain in Königsberg, seit 1856.
C. Weierstrass in Berlin, seit 1856.
Otto Hesse in Heidelberg, seit 1856.
Peter Riess in Berlin, seit 1856.
Richard Dedekind in Braunschweig, seit 1859.
Heinr. Wilhelm Dove in Berlin, seit 1859.
William Thomson in Glasgow, seit 1859.
John Tyndall in London, seit 1859.
Charles Hermite in Paris, seit 1861.
Leopold Kroneker in Berlin, seit 1861.

Historisch-philologische Classe.

J. Jac. Champollion Figeac in Paris, seit 1812.
Wuk Steph. Karadchitsch in Wien, seit 1825.
Freiherr C. L. von Lützow in Schwerin, seit 1835
G. L. von Maurer in München, seit 1835.
A. Huber in Wernigerode, seit 1837.
Ferd. Jos. Wolf in Wien, seit 1841.
F. E. G. Roulez in Gent, seit 1841.
Jacob Geel in Leyden, seit 1850.
Rudolph Roth in Tübingen, seit 1853.
Adolph Friedr. Heinr. Schaumann in Hannover, seit 1853.
Friedrich Tuch in Leipzig, seit 1853.
August Dillmann in Kiel, seit 1857.
J. G. Droysen in Berlin, seit 1857.
Moriz Haupt in Berlin, seit 1857.
Wilhelm Henzen in Rom, seit 1857.
Carl Hegel in Erlangen, seit 1857.

G. C. F. Lisch in Schwerin, seit 1857.
Otto Jahn in Bonn; seit 1857.
Theodor Mommsen in Berlin, seit 1857.
A. B. Rangabé in Athen, seit 1857.
C. F. von Stälin in Stuttgart, seit 1857.
B. von Dorn in St. Petersburg, seit 1859.
L. P. Gachard in Brüssel, seit 1859.
Johann Gildemeister in Bonn, seit 1859.
Th. G. von Karajan in Wien, seit 1859.
P. A. Munch in Christiania, seit 1859.
Franz Palacky in Prag, seit 1859,
Theodor Bergk in Halle, seit 1860.
Carl Bötticher in Berlin, seit 1860.
Richard Lepsius in Berlin, seit 1860.
William Cureton in London seit 1860.
Georg Curtius in Leipzig, seit 1860.
K. Lehrs in Königsberg, seit 1860.
Giovanni Batista de Rossi in Rom, seit 1860.
Leonhard Spengel in München, seit 1860.
Heinrich Ludolf Ahrens in Hannover, seit 1861.
Ludwig C. Bethmann in Wolfenbüttel, seit 1861.
Carl Ludwig Grotefend in Hannover, seit 1861.
Ernst Jul. Georg von dem Knesebeck in München, seit 1861.
Max Müller in Oxford, seit 1861.
Arnold Schäfer in Greifswald, seit 1861.

INHALT.

Abhandlungen der historisch-philologischen Classe.

Druckfehler

in den *Sprachwissenschaftlichen Abhandlungen* II.

s. 39 *Anmerk.* z. 3 vom ende lies *eine* für *einer*

s. 45 *Anmerk.* und s. 68 *Anmerk.* seze man viermahl ein *ħ* für *ƫ*

In den *Sprachwissenschaftlichen Abhandlungen* I.

s. 209 (55) *Anmerk.* z. 5 lies *und kann so mit der verneinung zusammen die bedeutung*

Berichtigungen

in der *mathematischen Classe.*

S. 199 Zeile 6 von oben lies $\log\left(\frac{6\cos\frac{1}{2}\varphi}{2+\cos\varphi}\right)$ statt $\log\left(\frac{\cos\frac{1}{2}\varphi}{2+\cos\varphi}\right)$

„ 216 „ 5 „ „ „ 8,978 statt 9,978

„ „ „ 7 „ unten „ 7,988 „ 8,988

„ „ „ 6 „ „ „ 7,959 „ 8,959

„ 217 „ 10 „ „ „ 5,968 „ 96,968

„ 218 „ 5 „ oben „ 4,956 „ 5,956

„ „ „ 19 „ „ „ 3,969 „ 4,969

„ „ „ 20 „ „ „ 3,914 „ 4,914

„ „ „ 11 „ unten „ 6,98289 „ —7,98289

„ 219 „ 9 „ oben „ 5,98944 „ —9,98944

„ „ „ 10 „ „ „ 5,94568 „ —6,94568

„ „ „ 11 „ „ „ 5,86343 „ —96,86343

Auf Seite 217, 218 und 219 ist überall die 9, wo sie in den *Zehnern* der Zahlen der Rubriken $\log A_2$ und $\log A_3$ vorkommt, einfach zu streichen.

Göttingen,
Druck der Dieterichschen Univ. - Buchdruckerei.
(W. Fr. Kaestner.)

ABHANDLUNGEN

DER

PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN
ZU GÖTTINGEN.

ZEHNTER BAND.

Ueber die Beziehungen der darstellenden Kunst zur Heilkunst.

Von

Dr. *Karl Friedrich Heinrich Marx.*

In der Versammlung der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften am 8. Juni 1861 vorgetragen.

§. 1.

Wer glaubt, dass die Wege des Arztes und Künstlers entgegengesetzt seien, der kennt sie nicht; sie führen oft zusammen, und zwar in der Gegenwart mehr als in der Vergangenheit. Man hat zwar schon in der frühesten Zeit ungewöhnliche Vorgänge des Erkrankens und Genesens bildlich dargestellt; die Heilgötter Griechenlands, besonders Aeskulap und Hygiea, sind in den schönsten Stellungen und Gruppen uns überliefert, und selbst aus der Periode, wo Kunst und Wissenschaft darniederlagen, stammen sehenswerthe Heilige männlichen und weiblichen Geschlechts, die man bei körperlichen Leiden als Bild verehrte.

Allein erst in dem Grade, als Darstellungen des humanen Gefühls mehr Eingang fanden wie verletzende Eindrücke, brachte man statt des Grausenhaften das Wohlthuende vor das Auge und wählte gern die Hülfeleistungen bei Kranken sowie diese selbst zum Gegenstand der Betrachtung.

Der Künstler wurde immer häufiger auf das stille Handeln des Arztes hingewiesen, und diesem wurde jener durch die Ausdehnung seiner Bestrebung unentbehrlich.

Wie eng die Beziehungen zwischen der bildenden Kunst und der Heilkunst geworden sind, das zeigt ein Blick in deren Literatur: die meisten Bücher sind Bilderbücher. Die Beigabe von Illustrationen erscheint nicht als Ueberfluss, sondern ihr Nichtvorhandensein als Mangel. Auch dienen sie nicht als blosser Anhang, sondern als Theil des Textes. Sie ersetzen die Genauig-

keit der Beschreibung, die Deutlichkeit des Ausdrucks und die Schärfe der Begriffe. Man hält sich um so mehr für berechtigt die Anschauung dem Gedanken wenn nicht gerade vorzuziehen, doch gleichzustellen, als unter Ideal, dem ursprünglichen Worte nach, ein Bild des Geistes zu verstehen ist.

Es werden nicht bloss, wie ehemals, die vorbereitenden Studien, gleichsam die Fibeln der Medicin, Botanik, Zoologie etc., sondern alle Naturbibeln, selbst die praktischen Lehrgegenstände, figürlich erläutert.

Die Pflege der sinnlichen Erkenntniss, namentlich vermittelst des Sehorganes, wird um so dringender empfohlen, als der Ausdruck mancher Krankheitsformen, Gebilde und Präparate äusserst vergänglich ist, und es nur gelingt denselben durch den Pinsel oder das Lichtbild in seiner vollen Natürlichkeit zu bewahren. Dazu kömmt, dass wie ein Sinn den andern unterstützt, der Hinblick die Vorstellung erläutert, das Gedächtniss stärkt und zu neuen Schlüssen Veranlassung gibt.

Ohne Mithülfe von Abbildungen ist es kaum möglich mit dem gehäuften stets sich mehrenden Material der Aerzte, Wundärzte, Geburtshelfer etc., den Vorrichtungen zur Erleichterung oder Beseitigung krankhafter Zustände, den Operationsmethoden, Instrumenten, Verbänden etc. vertraut zu werden.

Seitdem es für eine Aufgabe der Wissenschaft galt, die kleinen Dinge gross zu sehen, entstand eine selbstständige vergrössernde Zeichnung zur Mittheilung für Gleichstrebende, zur Belehrung für Unkundige. Beim Wettstreit der zahllosen, mitunter allerdings ephemeren Entdeckungen, wurde das Bedürfniss empfunden, ihnen dauernde Denkmale durch Holzschnitte zu errichten. Mit der neuen Welt der mikroskopischen Körper wurde gewissermassen das Phantasiereich der die Schätze bewachenden Gnomen zur Wirklichkeit, und ihre Fixirung im Bilde zur eigenen Kunstfertigkeit.

Es sind aber nicht nur kleine Dinge, welche von ärztlicher Seite dem Künstler geboten werden, auch Prachtwerke der verschiedensten Art, selbst solche über Architektur und Plastik. Da nemlich zur Ausbildung eines Heilkünstlers und zur Ausführung der Obliegenheiten des Standes die mannigfachsten und grössten Anstalten für unerlässlich erachtet werden, so unterbleibt es nicht, sie mit ihren Einrichtungen und Apparaten abgebildet in entsprechendem Glanze besitzen zu wollen.

Und da das, was dem Steine zu Ehren geschieht, dem Menschen nicht vorenthalten werden darf, so findet die Anerkennung, welche den Verdiensten des ärztlichen Personals durch Denkmünzen, Aufzüge, Festlichkeiten gezollt wird, im Kupferstich und in der Lithographie ihre weitere Verherrlichung und Verbreitung.

In den medicinischen Handschriften finden sich nicht bloss zur Verzierung schöne Initialen und Miniaturen, sondern auch zur Erläuterung des Textes kunstvolle, sachgemässe Abbildungen, wie z. B. in den chirurgischen Schriften des Hippokrates, im Dioskorides etc. Ueber den letzteren vergleiche Montfaucon Palaeographia graeca. Parisiis 1708. fol. p. 212 und 256. — In D'Agincourt Histoire de L'Art. Peinture. 10 Livr. T. V. Paris. 1823. fol. sind auf Pl. XXVI Miniaturen eines griechischen Manuscripts aus dem 6ten Jahrhundert in der Wiener Hofbibliothek. — Choulant in R. Naumann's Archiv für die zeichnenden Künste. Leipzig. 1855. Bd. 1. S. 56—64.

Schon frühe verbanden sich Künstler, selbst die Heroen unter ihnen, mit Aerzten, um deren Werke zu schmücken. Sie betheiligten sich nicht bloss bei anziehenden Gegenständen, z. B. den naturwissenschaftlichen, sondern auch bei wenig lockenden, z. B. den anatomischen. Dass einer der begabtesten und einflussreichsten italienischen Maler diess gethan, zeigte ich in meiner Schrift: Ueber Marc' Antonio della Torre und Leonardo da Vinci, die Begründer der bildlichen Anatomie. Aus dem 4ten Bande der Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Göttingen. 1849. 4. M. vgl.: L. Choulant Geschichte und Bibliographie der anatomischen Abbildungen nach ihrer Beziehung auf anatomische Wissenschaft und bildende Künste. Leipzig. 1852. 8. Derselbe „Ueber die Theilnahme bedeutender Künstler an anatomischen Abbildungen." In R. Naumann's Archiv. Bd. 1. S. 335—45 und „Botanische und anatomische Abbildungen des Mittelalters." Ebendaselbst 1857. Bd. 3. S. 188—346.

Nach Entdeckung der Buchdruckerkunst wurden besonders folgende Schriften mit Holzschnitten, welche Aerzte und ärztliche Handlungen versinnlichen, geziert: Ars moriendi — die kunst Ciromantia — Der Schwangern frawen und Hebamē rossgartē — das puch der natur — Ortus sanitatis. Ein Garten d'gesundtheit — die hantwirckung der wūd Artzeney von Iheronimo Brunschwig — Spiegel der Artzny von Laurentiö Phryesen von Colmer.

Unter den gleich Anfangs illustrirten wissenschaftlichen Werken zeichnen sich in jeder Beziehung vortheilhaft aus die Pflanzenabbildungen von Veit Rudolf

§. 2.

Der Zweck dieser Blätter ist aber nicht die durch den Beruf bestimmte, sondern die selbstgewählte künstlerische Darstellung medicinischer Gegenstände, nicht die Mussarbeit, sondern die der freien Wahl des Genius, nicht das Nützliche, sondern das Angenehme derselben in einer Gesammtübersicht mitzutheilen.

Der Arzt möge daraus entnehmen, wie mannigfach sich bereits die Kunst mit ihm und seinem Thun beschäftigte; und der Künstler, wie unerschöpflich für ihn die Medicin sei, wenn er es versteht, sie gehörig ins Auge zu fassen und innerlich zu verarbeiten.

Speckle zum New Kreuterbuch von Leonhard Fuchs, und die zoologischen Darstellungen von Christoph Coriolan zu den naturgeschichtlichen Arbeiten von Ulysses Aldobrandi (Aldrovandus).

Die aus dem Alterthume, besonders dem griechischen, in erstaunlicher Zahl noch vorhandenen künstlerischen Darstellungen in Betreff medicinischer Gottheiten oder von Handlungen, welche die Medicin betreffen, dienen fortwährend zu Mustern der Nachbildung sowie zu Aufgaben historischer Studien. M. vgl.: Frenzel, Sammlung der Kupferstiche des Grafen Sternberg-Manderscheid. Dresden 1836. Th. 1: „Sculpturarbeiten". — Ed. Gerhard Die Heilung des Telephos. Berlin. 1843. 4. — Panofka Asklepios und die Asklepiaden. Berlin. 1846. 4. — F. G. Welcker Zu den Alterthümern der Heilkunde bei den Griechen in seinen kleinen Schriften. Th. 3. Bonn. 1850. 8.

Mit die frühesten Holzschnitte stellen Schutzheilige gegen körperliche Beschwerden und Krankheiten vor. Sie wurden bei Processionen und Wallfahrten von Geistlichen ausgetheilt oder gekauft und dann in den Stuben aufbewahrt und verehrt. Der zweitälteste, welchen man als mit einer Jahrzahl versehen kennt, nemlich von 1437, lässt den heiligen Sebastian als Abwehrer von schwerem Leiden, Seuchen und unvorhergesehenem Tode erscheinen. Das Gebet auf dem Blatte lautet: „O Hailiger Herre und Martrer sant Sebastian. wie ist so gross dein verdienen. Bitte für uns unsern herrn ihesum Xpm das wir von der plage und dem siechtagen epydimia, und dem gähen Tode und von allen ungewonlichen toden durch dein gebert und verdienen behütet und beschirmet werdent. Amen". S. Murr Journal zur Kunstgeschichte. Nürnberg 1787. Th. 14. S. 124. — Heller Geschichte der Holzschneidekunst. Bamberg. 1823. S. 36 und 40.

Unter den dominirenden Facultäten vermag allerdings die Medicin am wenigsten grossartige Motive zu liefern. Die Theologie bietet die ganze Pracht der Clerisei mit den Domen, dem Himmel und der Hölle; die Jurisprudenz das imponirende Personal der Richter bis hinauf zum stralenden Thron; die Medicin einzig und allein das Krankenbett. Also nur der Mensch mit seiner Noth und seinen Schmerzen ist das Object, und es frägt sich, ob der Künstler es versteht daraus erhebende, tröstende, ja selbst heitere Eindrücke in sich aufzunehmen und darzustellen.

Die Kirche bediente sich der Kunst als Hülfsmacht, um ihren Lehren und Vorstellungen Eingang zu verschaffen; die Rechtskunde begünstigte das Ausmalen der Strafen und Martern als Abschreckungsmittel; nur die Medicin unterliess es jene für ihre Absichten zu gebrauchen. Für diese Vernachlässigung caricirten die Künstler die Aerzte und ihr Treiben.

Ein Vorwurf kann ihnen jedoch deswegen nicht gemacht werden, denn ihr Ziel ist nicht sowohl Schönes darzustellen, als das, was sie liefern, schön darzustellen.

Wie übrigens der Arzt gegen das Unharmonische, Unmässige ankämpft, so auch der wahre Künstler. Dieser erniedrigt sich so wenig zu gemeinen Vorstellungen als er Wahnbegriffen huldigt. Das ächte Kunstwerk will keine unreine Begierden und Leidenschaften wecken, sondern im Gegentheil einen Abscheu dagegen einflössen. Seine Richtung geht dahin, aus der Wirklichkeit die Idee herauszufinden, dem Alltäglichen eine höhere Weihe zu verleihen, den körperlichen Schmerz durch den Ausdruck geistiger Erhebung und Sammlung zu überwinden und zu verklären.

So verlockend es ist prägnante Compositionen, die bedeutendsten Scenen der Geschichte, die bewundernswerthesten Baudenkmale und Landschaften vorzuführen, das Anziehendste bleibt doch der Mensch, selbst in den gedrücktesten Verhältnissen und Lagen. Gerade die letzteren erregen ein bevorzugtes Interesse. Wie nemlich eine Burgruine malerischer ist, als ein unversehrtes Schloss, ein von Sturm niedergeworfener Forst malerischer, als ein solcher, wo die Bäume in Reih und Glied stehen, so gewährt die Schilderung der zerfallenen geknickten Gesundheits- und Lebenszustände eine Fülle der ergreifendsten Gefühle und Gedanken.

Viel zu wenig und zum Nachtheil neuer, origineller Compositionen wird die Krankheit oder die Heilkunst zum Gegenstand einer künstlerischen Darstellung gewählt. In unserer Zeit, wo Civilisation und Humanität für die höchsten Aufgaben gehalten werden, wo Kriege aus Rücksichten auf jene mit Weisheit vermieden werden, sollten auch die Künstler die alte Liebhaberei für das Ausmalen des Menschenschlachtens fallen lassen und die für Erhaltung und Rettung des Lebens in sich aufnehmen und ausbilden.

Kann der Künstler aus dem Krankenzimmer seine Entwürfe und Stoff zu seinem Ruhme holen, um wie viel mehr der Arzt aus dem Atelier eine schärfere Beobachtung und gehobene Stimmung. Wer auf das Schöne hingewiesen wird, mag er auch ursprünglich noch so unempfänglich dafür sein, fängt allmälig an den Sinn dafür zu gewinnen, seine Gleichgültigkeit zu verlieren, und unbewusst entsteht eine prüfende und geübte Unterscheidung.

Die Kunst erhebt den Arzt, sie führt ihm neue ungekannte geistige Genüsse zu, sie läutert seinen Geschmack, erweitert sein Urtheil und lässt ihn das an sich störend Natürliche in einer höheren Beziehung schauen.

Um die Behauptung zu belegen, wie viel geschieht, um gute religiöse Blätter zu verbreiten, nicht nur von katholischer, sondern auch von protestantischer Seite, bedarf es nur der Erinnerung an J. H. von Wessenberg's christliche Bilder (2 Bände. Constanz. 1827. 8.), an die schönen Mittheilungen des rauhen Hauses und an die rasch auf einander gefolgten zwei Bilderbibeln, die Cottaische und Wigand'sche, für welche letztere dem Künstler, Julius Schnorr von Carolsfeld, von der theologischen Facultät zu Göttingen das Doctor-Diplom ertheilt wurde.

Dass übrigens die Kunst auch dazu gebraucht wird, um abergläubige Vorstellungen zu unterhalten und zu verbreiten, das zeigen die Abbildungen von den Wunder-Heilungen, namentlich am Grabe des heiligen Paris, in den 3 Quartanten von Montgeron (La verité des Miracles. Cologne. 1745. 3 voll. 4.). Auf der einen Seite erblickt man eine Kranke mit aufgetriebenem Leib, geschwollenen Beinen und Füssen, die linke Seite gelähmt, die Finger der einen Hand verwachsen, mit Geschwüren bedeckt — auf der entgegengesetzten die völlig Wiederhergestellte. Eine kaum im Stande mit Krücken sich fortzubewegen, schwingt diese, eine Treppe hinaufsteigend, triumphirend in die Höhe. Blinde erscheinen sehend, Stumme sprechend, Taube hörend, Krebskranke völlig gesund. Fünf Wundärzte auf der einen Seite erklären eine Ankylose für

§. 3.

Die Aerzte haben auch treulich dazu beigetragen die Kunst in Ehren zu halten und ihre Cultur zu befördern, indem viele, soweit es ihre Zeit gestattete, sich praktisch damit bekannt machten und soweit es ihre Mittel zuliessen, Künstler beschäftigten oder ihre Arbeiten sich anschafften. Der Arzt Hartmann Schedel zu Nürnberg lieferte in seinem umfangreichen Geschichtswerk von den ältesten Zeiten bis auf das Jahr 1492, bekannt unter dem Namen der Nürnbergischen Chronik, eine grosse Reihe von Holzschnitten, ausgeführt durch Michael Wohlgemuth und Johann Pleydenwurf. Georg Jacob Lange, Physikus in Nürnberg, war Direktor der dortigen Malerakademie, und J. C. W. Möhsen, einer der hervorragendsten Praktiker Berlins, besass auserwählte Gemälde, Kupferstiche, Holzschnitte und Medaillen, die er in einigen Quartanten vortrefflich beschrieb. Wollte einer die Zahl der Kunstsammlungen erwähnen, welche von Aerzten angelegt wurden, die Arbeit wäre eine umfangreiche.

---

unheilbar; auf der andern präsentirt sich dieselbe Person so frei, als wolle sie zum Tanze sich begeben.

Wie wenig die Künstler dazu beitrugen, um die Medicin in ihrem grossartigen Wohlthun und ihrem unablässigen Streben nach Vervollkommnung vorzuführen, das geht daraus hervor, dass man vergebens nach Versuchen dieser Art sich umsicht. Unter den vielen Hunderten von „Thesen“ auf die Religion, historische Denkwürdigkeiten, Wissenschaften, Künste, Gewerbe etc. durch namhafte Maler und Künstler ausgeführt, habe ich nie eine auf die Medicin geschaut und nur eine einzige citirt gefunden, nemlich von Jean Baptiste Scotin nach J. Rousseau, jedoch ohne irgend eine nähere Angabe der Darstellung. Nur beiläufig bei Portraiten von Aerzten kommen Anspielungen auf ihre Leistungen und Verdienste vor, mehr bestellte Arbeiten, als freie Ergüsse wahrer Anerkennung.

Führt man zur Erklärung das alte Wort an: die Kunst gehe nach Brod, so kann man auch das anführen: Galen gebe Schätze. In mangelnder Bezahlung kann der Grund weniger liegen als im Mangel innerer Ueberzeugung von der Würde und Bedeutung der Heilwissenschaft.

Obgleich der ausgesprochene Zweck der ist, das Interessante, nicht das Brauchbare hervorzuheben, so verbindet sich doch oft unwillkührlich mit der Notiz des Schönen auch die des Nützlichen. Für die Geschichte der Medicin ergeben sich aus der Berücksichtigung kaum beachteter Kunstblätter nicht unwichtige Belege zweifelhafter oder merkwürdiger Thatsachen.

Wer selbst sich bemühte, das Zerstreute zu vereinigen, der weiss am besten, wie ein derartiges Unternehmen, wenn auch nur auf einen besondern Theil, z. B. auf Kupferstiche beschränkt, obgleich noch so lange und mit noch so viel Eifer fortgesetzt, Stückwerk bleibt. Von Vollständigkeit kann keine Rede sein. Fällt es schon einer öffentlichen, reich dotirten, Sammlung schwer, von einem einzelnen Meister alle bekannt gewordenen Blätter zusammen zu bekommen, um wie viel weniger gelingt es dem Privatmann von den verschiedensten Meistern ihre einzelnen Werke zu erhalten. Dieser kann sich nur auf das Vorzüglichste beschränken, oder auf das, was die Gunst der Umstände ihm überlässt. Wenn daher in nachstehenden Bogen versucht wird auf diejenigen im Kupferstich, in schwarzer Kunst, als Radirung und Holzschnitt erschienenen Gegenstände, welche ärztliche Situationen, Vorgänge und Ereignisse vorstellen, aufmerksam zu machen, so wird vornherein auf das Verdienst, etwas Erschöpfendes zu liefern, verzichtet. Beschränkt sich die Liebhaberei auf irgend einen einzelnen Gegenstand, so kann dieser für sich zu einer bedeutenden Sammlung anwachsen, denn derselbe wurde nicht nur von den verschiedensten Künstlern so verschieden aufgefasst, dass die Betrachtung der Abweichungen viel Anziehendes hat, sondern deren Arbeiten wurden wieder äusserst oft copirt, wo dann auch die Vergleichung mit den Originalen einiges Interesse gewährt; aber auch eine solche Sammlung wird keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen dürfen; ihr Vorzug kann nur in einer glücklich getroffenen Auswahl bestehen.

Dem Kundigen wird das Mitgetheilte nur als ein vorläufiger Versuch und allenfalls als Schema dienen, das Nichtaufgeführte anreihen zu können. Erweiterungen sind jetzt um so leichter möglich, als durch die Photographieen die kostbarsten und seltensten Ueberreste, sogar die früher fast unzugänglichen Handzeichnungen, um die mässigsten Preise zu erhalten sind. Ist der erste Schritt einmal gethan, so bietet der nachfolgende weit weniger Schwierigkeit. Die hier versuchte Zusammenstellung, ohne Vorbild entstanden, ist Manchem, abgesehen von ihrem Inhalte, vielleicht ihrer Neuheit wegen beachtungswerth.

Den Nutzen, welchen die Bekanntschaft mit den zeichnenden Künsten für Erlernung und Ausbildung der Anatomie und Physiologie zu verschaffen vermag,

§. 4.

Wie der Dichter in einer andern Beziehung ausruft: ab Jove principium,

---

entwickelte J. Lordat zu Montpellier (Essai sur l'Iconologie médicale. Montpellier. 1833. 8). Die dortige medicinische Facultät besitzt, zur Förderung dieser und verwandter Studien, eine Sammlung von Gemälden, Handzeichnungen und Kupferstichen, welche sie durch Vermächtnisse und Geschenke erworben hat.

Wie durch das lebendige Wort wird durch Betrachtung von Kunstwerken der Gefühlssinn erregt, die Empfänglichkeit für Eindrücke erhöht. Dem angehenden wie älteren Arzte kann dadurch nicht nur eine Fülle geistiger Belebung, sondern eine wesentliche Erweiterung seines Gesichtskreises, grössere Schärfe der Auffassung und Charakteristik zu Theil werden. Da das Höchste und Tiefste, was die Menschheit erlebte, künstlerisch dargestellt wurde, so ergiebt sich die Betrachtung als Geschichte aller Zeiten und aller Empfindungen.

Besteht auch die Aufgabe des Arztes hauptsächlich darin, jeden einzelnen Fall so individuell als möglich aufzufassen, sich in das Object zu versenken, nur den gegebenen Zustand zu berücksichtigen, so ist doch auch die nicht zu übersehen, über die Entstehung und den Zusammenhang der Erscheinungen, über die vorhandenen Anlagen und Kräfte, über die körperliche und gemüthliche Verfassung sich klare Begriffe und eine Gesammtvorstellung zu bilden.

Anleitung dazu verschafft eine sinnvolle Betrachtung der Bilder. Wer mit Ruhe diese prüft, wird durch den stummen Unterricht unbewusst veranlasst, vom Fertigen auf die erste Conception und ihre allmälige Vollendung zurückzuschliessen, über das Einzelne der Ausführung nachzudenken und das Ganze sich zu deuten. Eine höhere Entwicklung der Sinne ist eine höhere des ganzen Menschen. Bei der grossen Mühe um Erlernung der fremden Sprachen kömmt die kleine um die Sprache des Schönen kaum in Betracht. Wenn aber der Arzt die feinsten Nüancirungen der Gegenstände zu bemerken gelernt hat, so besitzt er einen Vortheil für die Beobachtung, der nicht hoch genug zu schätzen ist. Das Gedächtniss des Auges wird durch genaue Betrachtung entwickelt und gestärkt.

Bei der Nothwendigkeit seines Berufes, unangenehme, widrige, niederdrückende Einflüsse ertragen zu müssen, ist eine Hülfe nicht zu verschmähen, welche, ohne irgend ein Bedenken zu wecken, eine wohlthuende Ausgleichung zu bewirken im Stande ist. Uebrigens will das erfolgreiche Betrachten von Kunstwerken durch Uebung, Nachdenken, Vergleichung gelernt seyn. Ohne diese bleibt es ein oberflächliches Begucken zur blossen Befriedigung der Neugierde und eines momentanen Vergnügens.

so möge denn auch bei den bildlichen ärztlichen Darstellungen mit der des *Arztes* begonnen werden.

Er wird gezeichnet, wie das Volk gewohnt ist ihn in seinem verschiedenartigen Gebahren, seiner Haltung und Tracht seine Kunst ausüben zu sehen.

Schon in den ältesten Druckwerken sieht man ihn abgebildet mit dem Uringlas in der Hand, z. B. im Herbarius gedruckt bei Schoeffer. Mentz. 1485. fol. in Dibdin's Bibliotheca Spenceriana Vol. IV. p. 507.

Ein sitzender Arzt in der einen Hand eine offne Büchse, in der andern ein Buch, findet sich aus The Game and Playe of the Chesse in Dibdin's Typographical Antiquities begun by J. Ames. London 1810. 4. Vol. I. p. 48. Ebenso ein sitzender rückwärts blickender mit Gläsern, Schreibzeug und Buch aus dem Libro di Givocho di Scacchi de costumi deglhuomini et degli offitii de nobili [1493] in Dibdin's Supplement to the Bibliotheca Spenceriana. Aedes Althorpianae. London. 1822. Vol. II. p. 11. Gleichfalls sitzend ein Medicinglas in der Hand aus Scaecspel. Gouda. 1497. fol. in Dibdin's Bibl. Sp. Vol. IV. p. 548.

Zwei einander gegenüber stehende Aerzte, von welchen der eine ein Uringlas, der andere ein Gefäss mit Arznei hält, sieht man im Feldtbuch der Wundartzney etc. durch Hanns Gersdorffen genannt Schylhans. Strassburg. 1517. fol.

In einem fliegenden Blatte erkennt der Arzt im Urin den Wurm, welcher den Kranken plagt (Scheible die fliegenden Blätter des XVI und XVII. Jahrhunderts. Stuttgart. 1850. S. 157).

Dass die Sitte, den Arzt durch Betrachtung des Uringlases kenntlich zu machen, lange sich erhielt, ersieht man aus dem Holzschnitt von Jost Amman in dem Buche von Hartmann Schopperus *Πανοπλια* Omnium illiberalium artium genera. Francof. 1568. 8.

Ein Buch in der Hand haltend wird nicht nur ein solcher Arzt dargestellt, der als Lehrer wirkte, sondern auch ein solcher, der als Gelehrter geehrt wurde, z. B. Matthaeus Curtius Ticinensis (Boxhornii Monumenta illustrium virorum. Amstelodami. 1638. fol. 75).

Das Bild aus dem 13ten Jahrhundert (Costumes des XIIIe, XIVe et XVe siècles par C. Bonnart. Paris. 1829. fol. p. 135. Pl. 64), wo ein Arzt ein geöffnetes, mit einem Deckel versehenes Gefäss vor sich hat, um, wie es scheint, mit einer Art Zange oder Spatel etwas herauszunehmen, könnte ebensogut für das eines Apothekers gehalten werden.

Bei den Alten wurde der Arzt gewöhnlich mit den Attributen des Aeskulaps dargestellt, einem Schlangenstab, als Zeichen der Verjüngung, dem Hahn, als dem des Morgens oder der Wiedergenesung, der Lampe, als dem des Lebenslichts, und dem umhüllten Harpokrates mit den Fingern auf dem Munde, als Symbol des stillen Naturvorgangs und des Schweigens. Winkelmann schlug vor, ihm auch einen eingeschläferten Cerberus beizugeben, um anzudeuten, dass es dem Arzte gelinge, den Wächter der Unterwelt zu betäuben und Kranke, die gleichsam dieser schon angehören, zur Oberwelt und zur Gesundheit zurück zu bringen.

Baker, J. M., the Doctor's Visit n. Plassan. Ein Arzt fühlt den Puls eines jungen Mädchen.

Basan, le medecin hollandois. Ein Arzt fühlt der Kranken nach dem Puls n. Teniers.

Boel, Coryn, die Alte beim Arzt, welcher den Urin betrachtet n. Teniers.

David, F. A., le medecin des Urines n. le Prince.

Filloeuil, P. le docteur.

Fleischmann, A., der Landarzt n. J. Kirner.

Folkema, der Arzt mit dem Uringlase n. Netscher.

Helman, J. St., le Medecin clair voyant n. le Prince.

Laminit, Ein Arzt fühlt einer Frau den Puls n. Mieris.

Locher, G., la pharmacie rustique ou Michael Schuppach, genannt der Gebirgsdoctor n. Hübner.

Piloty, F., der Stadtarzt n. A. Fleischmann.

Rembrandt, der Arzt, welcher dem Kranken den Puls fühlt.

Sarrabat, Isaac, der Bauernarzt, vor einem mit Töpfen belasteten Tische die Flüssigkeit im Glase betrachtend n. Haeften.

Tardieu, le medecin empyrique. Ein alter Arzt betrachtet den Urin einer Kranken n. Teniers.

Walker, Anthony, Physic. Der Arzt mit dem Glase n. Ostade.

Man weiss, dass zu jeder Stunde des Tags wie der Nacht über ihn verfügt werden kann.

Daher kann man ihn schon in alten Ueberlieferungen zu Ross sitzend schauen, wie in den Tales of Canterbury in Dibdin's Biblioth. Spenceriana. Vol. IV. p. 302.

Wagstaff, C. E., Fetching the Doctor n. Collins. Ein Landarzt wird im Winter aus dem Bette geholt.

Auch erlaubt man sich Neckerei mit ihm und Anspielung auf seine Kunst.

David, Fr. A., Ein Arzt betrachtet ein Glas, während der Geliebte seiner Frau die Hand küsst.

Gillray, J., the Doctor in distress. Eine Caricatur auf das abgehende Ministerium 1804. Addington dreht in der Schatzkammer-Apotheke goldene Pillen. Die Frau Britannia liegt bedenklich krank; Lord Hawkesbury ist Krankenwärter. Pitt, der die Nase zur Thüre hereinstreckt, riecht faule Ausdünstungen.

Maile, J., L'amour médecin n. Destouches. Bei Ankunft der Geliebten richtet sich der schwerkranke Jüngling auf.

Mathey, N. F., Amor als Arzt n. Courtin.

Parker, James, the Pulse n. Northcote.

Pollard, R., Ein Arzt von den Gerippen der durch ihn Geopferten angefallen n. Collings.

Schöninger, Leo, die Liebe als Arzt.

Tavernier, le Medecin malgré lui n. Grandville.

Thelot, E. C., La Malade imaginaire n. Steen.

Weit häufiger werden seine Verdienste hervorgehoben. Er wird als Lebensretter dargestellt.

Chodowiecki, Aesculap stösst mit seinem Schlangenstabe den Tod vom Bette eines Kranken fort.

Man zeigt ihn als Wohlthäter und Menschenfreund.

Baldrey, John, der menschenfreundliche Arzt n. Penny.

Gillray, James, the triumph of benevolence. Dr. Howard erlöst Unglückliche aus dem Gefängnisse.

Hogg, J., John Howard visiting and relieving the miseries of a Prison n. Wheatly.

Unter anderweitigen Tugenden findet seine Uneigennützigkeit und Vaterlandsliebe Anerkennung.

Massard, R. U., Hippocrate refuse les presents d'Artaxerxes n. Girodet. Er weigert sich, die Geschenke des Persischen Königs anzunehmen, wodurch dieser ihn bewegen will sein Vaterland zu verlassen.

Dem Scharfsinn und der Klugheit, unter den schwierigsten Verhältnissen sich bewährend, wird Bewunderung gezollt.

So wurde besonders durch Darstellungen gefeiert die Erkennung der zwar unterdrückten, aber die Gesundheit untergrabenden Leidenschaft des Königssohnes Antiochus Soter für seine Stiefmutter Stratonice. Der Vater, Seleucus Nicator, König in Syrien, unterrichtet vom Arzt Erasistratus, dass der Puls

seines Sohnes einzig durch die Annäherung seiner Mutter in Unordnung gerathe, trennte sich von seiner Gattin und vermählte sie jenem.

Baquoi, P. Ch., die Krankheit des Antiochus.

Cochin, N. R., die Einsicht des Erasistratus n. Paul Calliari oder Veronese. S. Pitture scelte e dichirate da Carla Caterina Patina (Tochter von Carl Patin). Colon. 1691. fol. p. 199. Mit der Unterschrift: Paternus amor uxorium superans.

Francese, G. B., der kranke Antiochus n. J. Coli.

Geiger, Erasistratus und Stratonice n. Füger.

Green, Valentin, der Arzt Erasistratus entdeckt die Liebe n. West.

Gregori, Ferd., Antiochus und Stratonice n. Cortona.

Meil, J. W., die Klugheit des Erasistratus nach Rohde's Copie von Lairesse. S. Möhsen Verzeichniss einer Sammlung von Bildnissen S. 173. 216. 224.

Ryland, W., Antiochus und Stratonice n. P. da Cortona.

Le Vasseur, der Arzt Erasistratus n. Colin de Vermont.

Vischer, Lambert, Antiochus und Stratonice n. P. da Cortona mit der Unterschrift: filius amans et silens, vafer medicus, pater indulgens.

§. 5.

Die treue aufopfernde Liebe und Sorgfalt des Arztes wird durch unbedingtes Vertrauen in seine Vorschriften belohnt.

Ein Beispiel dieser Art, welches frühe schon von den Künstlern zum Vorwurf gewählt wurde, war das Benehmen Alexanders gegen seinen Arzt Philippus. Vor letzterem wurde er von einem seiner ersten Heerführer gewarnt; allein er theilte den Verdacht der Vergiftung nicht und nahm unbeirrt, mit voller Zuversicht, die ihm gereichte Arznei.

Andran, Benedict, Alexander und sein Arzt n. Eust. le Sueur.

Green, Valentin, Alexanders Vertrauen zu seinem Arzt n. West.

Lasinio, C., Alexander und sein Arzt Philippus n. Gherardini.

Meil, J. W., die Treue des Philippus gegen seinen König n. Rode.

Minasi, J. A., das Vertrauen des Alexanders n. Delairesse.

Pichler, J. P., Alexander und sein Arzt n. Füger.

Schmidt, G. F., Alexander und sein Arzt n. Carracci.

Le Vasseur, das Vertrauen Alexanders in seinen Arzt n. J. Restout.

In Betreff des Dankes für geleistete ärztliche Dienste ist die Beurtheilung durch Erziehung und äussere Lage eine verschiedene. Man bringt den Mächten, denen man vorzugsweise die Wiederherstellung schuldig zu sein

glaubt, Opfer, man beschenkt und ehrt die Aerzte, oder man entzieht sich der Verpflichtung.

Chatillon, Offrande à Esculape n. Guerin.

Meil, J. W., Alexander opfert dem Aeskulap und der Minerva, und die Armee bezeigt dem Philippus ihre Hochachtung und Dankbarkeit n. Rode.

Suruque, P. L., La France rend Grace au Ciel de la Guérison du Roy. n. Coypel.

Heinrich Goltzius hat in 4 Blättern die delicaten Beziehungen des Kranken zum Arzte folgendermassen entworfen:

In der Höhe der Krankheit erscheint der Arzt als Gott, in der Reconvalescenz als Engel, nach der Wiederherstellung als Mensch, und wenn es zur Entrichtung des Dankes kommt, als Teufel.

§. 6.

Ueberwältigend sind die Empfindungen, welche auf das Gemüth des Arztes eindringen, wenn er in der Höhe der Krankheit, in der Schwebe zwischen Seyn und Nichtseyn, von der tiefsten Besorgniss ergriffen, äusserlich die grösste Ruhe zeigen muss; wenn der unter dem Drucke des Fingers verschwindende, schnelle, aussetzende Puls das nahe Stillestehen des Herzens für immer andeutet, die Umgebung des Kranken aber die Fortdauer des unverkennbar bedrohten Lebens angsterfüllt von dem erwartet, den sie als Helfer betrachtet.

Beretta, Joseph, der Arzt am Sterbebette des Herzogs Ludovico Sforza.

Engleheart, F., the only daughter n. Wilkie. Die Lage von A. Carlisle zwischen den erschütterten Eltern ist keine beneidenswerthe.

Die Darstellungen: Störck und Brambilla am Sterbebette Joseph's II;
Störck am Sterbebette der Prinzessin Elisabeth;
Heim und Görcke am Sterbebette der Königin Luise haben keinen Kunstwerth.

§. 7.

Der Arzt in seinem Studirzimmer oder als Lehrer bietet Charakteristisches nur dann dar, wenn er mit effectvollen Gegenständen, wie z. B. mit der Untersuchung der Leiche sich beschäftigt.

Uebrigens ist der Arzt als Lehrer, auf dem Catheder, oft abgebildet, s. z. B. in Phries Spiegl der Artzny 1519.

Galenus sitzend mit dem Hut auf dem Kopfe und ein Buch in der Hand ist

zu schauen in der editio princeps Therapeuticorum L. XIV. Venet. 1500. fol. impr. Calliergus. Bei Dibdin: Biblioth. Spenceriana Vol. II. p. 36.

Auf dem Titelblatte von Ugonis Opera (Venetiis. 1523. fol.) sitzt der Lehrer auf dem Catheder, während von einem andern an einer auf dem Tische liegenden Leiche demonstrirt wird.

Cornillet, J., la leçon d'Anatomie n. Rembrandt.

Frey, Joh. Peter, das anatomische Collegium, oder die Vorlesung des Professor Tulpius n. Rembrandt.

Milster, E., Andreas Vesalius in seinem Arbeitszimmer n. Hamman.

Mouilleron, A., Andreas Vesalius in seinem Arbeitszimmer n. Hamman.

Schubert, Vesal in seinem Arbeitszimmer n. Hamman.

Chodowiecki die anatomische Lehranstalt.

Stock, Andr., Ein anatomisches Theater n. de Gheyn.

Der beschäftigte Arzt fühlt das Bedürfniss *allein* zu seyn, sich und seinen Forschungen anzugehören; jedoch Anachoret zu werden ist eine absonderliche Liebhaberei. Wurde Theophrast von Hohenheim, der verlästerte Paracelsus, Einsiedler genannt, so hatte diess darin seinen guten Grund, weil er aus Einsiedeln stammte.

Magliar, A., Der Arzt und Einsiedler St. Cyr in einer Grotte zur Madonna betend.

Als *Beirath des Richters* kann der Arzt nur dann die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, wenn das Individuum, wofür seine Sorge verlangt wird, sich besonders bemerklich macht. Für den, der nur helfen soll, ist die Zumuthung, das Maass der Leiden zu bestimmen, mehr als hart.

Ein Sachverständiger bei einer als Hexe Angeschuldigten, wie sie gebunden peinlich befragt wird, findet sich in der Schrift von Rautert Etwas Näheres über die Hexen-Processe. Essen. 1827. 8.

Das Zusammenseyn mit *Geistlichen* ist schon dadurch erklärlich, weil für den Menschen, der aus Geist und Körper besteht, die Hülfe eine moralische oder materielle seyn muss. Dem Arzte ist aber durch gewisse Religionsvorschriften zur Pflicht gemacht, einen Geistlichen wenn nicht gerade zuzuziehen, doch nicht abzuhalten, sobald es soweit gekommen ist, dass er sich gezwungen fühlt, der Umgebung des Kranken seine Besorgniss über die drohende Gefahr des Zustandes zu äussern.

Auf den Titelblättern der Ars moriendi findet man öfter beide zusammen.

Sarrabat, J., Der Arzt vor dem Kranken schreibend, dabei der Beichtvater und Krankenwärter n. Kerck.

Das *Benehmen der Aerzte unter sich,* das collegialische Verfahren, bietet nicht selten Stoff zum Lob wie Tadel. Ein edler Charakter erfreut; ein eitles, rechthaberisches Wesen erscheint um so widerlicher, wenn es sich auf Unkosten Anderer vordrängt.

Meil, J. W., die Redlichkeit des Democedes von Croton gegen seine Amtsgenossen n. Rode.

Der König der Perser, Darius, hatte sich durch einen Sprung vom Pferde so gestossen, dass der Knochen aus der Pfanne trat. Seine egyptischen Aerzte, die ihm nicht helfen konnten, sollten gekreuzigt werden; da bat D., dem die Cur gelang, für sie.

Chodowiecki, das Consilium medicum. Drei in einer Krankenstube zusammenstehende Aerzte zeigen, dass sie nicht einerlei Meinung sind. Der Patient im Bette scheint von ihrem Dispüt wenig erbaut zu werden. Titelkupfer zu Fritze's medicinischen Annalen. Leipzig. 1781. 8.

Coypel, Ch. Ant., Die wegen der Krankheit ihrer Katze trauernde Dame (la Marquise du Deffant), nebst zwei Aerzten in Berathschlagung über den Zustand der Kranken.

Hogarth, W., the Company of Undertakers. Eine Versammlung von berathenden Aerzten über den Stein.

Wölffle, Consilium medicum n. Geyer.

(Gillray, J.) Eine Caricatur auf die Wundärzte Long und Carl, wie sie sich anstellen im Hospitale einen Todten als lebend zu berathen.

Ohne ausgesprochenen Zweck werden Aerzte, weil sie einer bestimmten *Corporation* angehören, im Bilde zusammengestellt.

Kriehuber, F., Medicinisches Professorencollegium der Hochschule Wien.

Der Apotheker darf pflichtschuldigst nicht fehlen.

Das farbige Bild eines Apothekers (Matth. Palmieri zu Florenz) aus dem 15ten Jahrhundert, zur Erläuterung der Sitten jener Zeit interessant, ist zu schauen bei Bonnard (Costumes. Paris. 1829. fol. T. 1. p. 115. N. 54). Er hält in der einen Hand einen Topf, in der andern einen Spatel.

Mit dem Arzte zusammen steht der Apotheker in Phries Spiegl der Artzney 1519 und in der Handwirckung der wūd Artzney von Iheronimo Brunschwig.

Da man im Mittelalter unter Apotheke eine Vorrathskammer geniessbarer Stoffe verstand, mochten sie zur Nahrung oder Arznei dienen (Mone Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins. Karlsruhe. 1851. B. 2. S. 261), so darf man die Apotheker sich nicht blos nach unseren jetzigen Begriffen denken. Auch ist es schwer, sie von den Alchymisten zu unterscheiden, welche das Lebenselixir, die allgemeine Panacee, die Goldtinctur zu entdecken sich bemühten.

Nach dem Jost Amman wird der Apotheker dadurch gekennzeichnet, dass er umgeben von Büchsen in einen Mörser stösst. S. Schopperus Omnium illiberalium artium genera.

Der Alchymist steht beim Ofen und bei den Retorten. So z. B. auf dem Titelblatt von Mich. Maier Tripus aureus. Francof. 1618. 4. Die geheimnissvollen Vorgänge findet man vorgestellt in Henr. Khunrath Amphitheatrum sapientiae aeternae. Hanoviae. 1609. fol. und alle gebräuchlichen Werkzeuge und Proceduren in J. D. Mylii Opus medico chymicum. 2 Voll. Francofurti. 1620. 4.

Bosse, Abr., der Apotheker.

Mecken, Israel von, der Arzt und Apotheker. Der Arzt hält ein Uringlas, der Apotheker Mörser und Spatel.

Tardieu, J. N., le Docteur alchimiste n. Teniers.

§. 8.

Der *Wundarzt*, dessen Hülfe schon im Alterthume für unerlässlich erkannt wurde, fand um so mehr Bewunderer, je mehr er nicht nur die Hemmnisse der Organe zu entfernen, sondern die Verrichtung der edelsten, namentlich des Auges, wiederherzustellen verstand.

Es ist schwer in den alten Darstellungen die Chirurgen von den Aerzten zu unterscheiden, da letztere zugleich Chirurgen waren. Im 13ten Jahrhundert trugen die Wundärzte zu Paris (die Chirurgi logici oder operantes, zum Unterschied der Empyrici) bei öffentlichen Feierlichkeiten lange Kleider, wie die Glieder der Universität, und hiessen deshalb Chirurgiens de Robe longue. M. vergl. Möhsen Beschreibung einer Berlinischen Medaillen-Sammlung. Berlin. 1781. 4. Th. 2. S. 301.

In dem Roman: Der Ritter vom Turn von den Exempeln der gotsforcht und erbarkeit. Augspurg. 1498. fol. öffnet ein Wundarzt eine auf dem Tische liegende weibliche Leiche. Die Überschrift lautet: Wie ein reiche Burgerin starb, die der Kirchherr auffschiess schneiden. Und man ein grosse ungestalte Kroten auff ihrem Hertzen in irem leib sitzend vande.

Interessante Verbände aus einem Manuscript des XIten Jahrhunderts sind zu sehen bei D'Agincourt Peinture pl. 48. N. 3. 4. 5.

Meil, J. W., die Cur des Japis n. Rode.

Simmoneau, C., die Cur des Japis n. de la Fosse. Aeneas wurde in dem Überfall des Turnus durch einen Pfeil getroffen. Vergebens bemühte sich Japis denselben mit der Hand und Zange auszuziehen; allein nach Anwendung eines Wundwassers gelang es; der Schmerz und die Blutung hörten auf.

Bary, H., Am Ohr eines Bauern wird eine Operation vorgenommen n. Verwilt.

Becket, J., Ein Dorfchirurg verbindend n. Lingelbach.

Bruggen, der Bauernchirurg n. Teniers.

Dassonville, der Operateur.

Dietrich, der Wundarzt, welcher einem Manne den Fuss verbindet (Linck 63).

Derselbe, der Chirurg und Alchymist (1731. Heinecke N. 8).

Dusart, der Heelmeester. Ein Dorfchirurg, welcher die Armwunde eines Bauern untersucht.

Derselbe, der Hühner-Augen-Operateur.

Guttenberg, C. F. H., le Chirurgien flamand n. Teniers.

Haid, Johann Elias, der Wundarzt n. Mieris.

Hooghe, A., Ein Kranker wird in Gegenwart seiner Familie operirt.

Leybold, F., der Augenarzt n. Danhauser.

Leyden, Lucas von, der Dorfchirurgus.

Marinus, J. C., der Dorfchirurg n. Thulden.

Mayor, Th., le chirurgien de campagne.

Nypoort, Justus van, der Dorfchirurgus mit der Sonde die Wunde am Arm untersuchend.

Prestel, Maria Katharina, Ein Chirurg operirt einen Bauer n. Ostade.

Quast, P., der Dorfwundarzt oder die Operation.

Riedel, A. H., Eine alte Frau bei einem Wundarzt verbindet die Wunde einer andern Frau n. Brouwer.

Schenk, P., Ein Wundarzt, welcher einem Manne das Pflaster vom Fusse wegnimmt.

Strixner, J. N., Der Dorfchirurg n. Brouwer.

Vaillant, Wallerant, der Bauernchirurg n. Brouwer.

Visscher, Corn., der Dorfchirurgus, welcher einem Bauern die Fusswunde untersucht n. Brouwer.

Wael, Joh. Bapt., der Chirurg, welcher einen Bauern am Kopfe operirt.

Wölfle, Joh., der Dorfwundarzt n. Brouwer.

In manchen Ländern dauerte es lange, bis die Wundärzte eine feste bürgerliche Stellung erlangten.

Baron, Bernhard, König Heinrich VIII. von England ertheilt den Chirurgen und Barbierern in London das Privilegium n. Holbein.

Die *Barbierer* waren mit den Wundärzten bis auf die neueste Zeit verbunden. Die Barbierstube ist zuweilen ein öffentlicher Ort, und das Geschäft so wenig anstrengend, dass es auch vom weiblichen Geschlecht versehen werden kann.

In den Abbildungen von Jost Amman kommt dieselbe Darstellung an verschiedenen Stellen einmal als Tonsor, Scherer, und das andere Mal als Tonsor imperatorius, Feldscherer, vor (*Πανοπλια* Omnium illiberalium artium genera. Francofurti. 1568. 8).

Boel, Coryn, 2 Bl. die Affen als Barbiere und Wundärzte n. Teniers.

Cochin, Don Quichote, wie er rasirt wird.

Dickinson, W., a barbers shop n. Bunbury.

Dusart, C., der Barbier.

Jones, J., a barbers shop n. Bunbury.

Oer, Th. van, Türkischer Barbier in einem offnen Laden.

Saunders, G., der Barbier n. Schalken.

Schenk, P., die Affen in der Barbierstube.

Schroeder, Carl, die Baderstube der Affen n Teniers.

Walker, J., the Village Doctress. Die Dorfbaderin n. Northcote.

Der *Zahnarzt* ist eine neue Schöpfung; sonst galt er nur als gleichbedeutend mit Barbierern und herumziehenden Wunderdoctoren, und war Zahnbrecher oder Zahnausreisser.

Bartolozzi, der Zahnarzt n. P. Longhi.

Le Bas, der Zahnarzt, welcher den Zahn hält, den er ausgezogen n. Teniers.

Breughel, Peter, die grosse Krankenstube. Im Vorgrunde der Zahnarzt mit der Zange.

Dietrich, der Zahnarzt.

Ekemann-Alleson, der Zahnarzt n. Ostade.

Kessler, A., l'arracheur de Dents n. Dow.

Langer, S., der Zahnbrecher n. Ostade.

Leyden, Lukas von, der Zahnausreisser.

Paul, André, ein Zahnarzt, welcher einem jungen Mann einen Zahn auszieht, n. Roelants.

Pecht, der Zahnarzt n. Dow.
Richter, L., der Zahnbrecher in einem Römischen Städtchen n. Lindau.
Schenk, P., der Zahnausreisser.
Scheyndel, der Zahnausreisser auf dem Jahrmarkt.
Steingrübel, J., der Zahnbrecher n. Ostade.
Vliet, der Zahnarzt, welcher einem Kranken in den Mund sieht, während eine Frau dessen Tasche plündert.
Wael, C., der Zahnarzt auf der Strasse, welcher einer Frau einen Zahn herausnimmt.

§. 9.

Der *Charlatan* sollte eigentlich nicht bei den Aerzten aufgeführt werden; allein da die Welt betrogen seyn will, so gestattet sie ihm noch jetzt dieses Recht, wie sie es zu allen Zeiten gethan. Nur die Form ändert sich, nicht der Inhalt. Auffallende Heilungen, welche früher der Mann im rothen Rocke mit Schlangen in den Händen verrichtete, die vollführt nun einer im schwarzen Frack mit Magnetstäben, Kräutertränkchen oder Streukügelchen. Das Reich der Thorheit ist nicht kleiner geworden; mit Wundermitteln werden noch immer gute Geschäfte gemacht. Mag auch die Medizin noch so wissenschaftlich betrieben werden, sie findet keine so warme Anhänger wie die Heilmethoden des Aberglaubens. Wo viel Licht ist, da ist auch viel Schatten, und der Ernst ruft den Scherz hervor.

Auch auf Miniaturen in medicinischen Handschriften finden sich Schlangengaukler, Theriakskrämer. So bemerkt Choulant über den Pergamentcodex in Dresden von Niccolao da Reggio (Naumann's Archiv für die zeichnenden Künste. Leipzig. 1856. Jahrg. 2. S. 268. Bl. 177): „in der rechten Hand hält er eine lebende Schlange, in der linken eine Arzneibüchse."
Boissieu, der grosse Charlatan n. Du Jardin.
Bylaert, der Charlatan n. Goyen.
Coelemans, Jac., ein Bauer, der sich von einem Quacksalber an der Schulter operiren lässt n. Teniers.
David, Fr. A., le marchand d'Orvietan n. du Jardin.
Dietrich, der grosse Charlatan (Linck N. 74).
Derselbe, der Marktschreier (Linck N. 83).
Dupréel, M., der Marktschreier n. du Jardin.

Enzensberger, J. B., le medecin empyrique n. Teniers.

Fleischmann, Andreas, der Hirt als Arzt n. Kreul.

Garreau, der Charlatan n. Dujardin.

Ghisi, Diana, ein Wunderdoctor mit Schlangen auf einer Erhöhung n. Pippi gen. Giulio Romano.

Goyen. J., der Charlatan n. Bylaert.

H. A. (H. Amman?), der tanzende Quacksalber.

Haeften, der Charlatan.

Helman, J. S., 2 Bl. der deutsche und französische Charlatan n. Bertaux.

Hess, C. E., der Charlatan n. Dow.

Küffner, A. W., der Marktschreier. Unten die Wahrsagerin aus den Linien der Hand.

Langer, S., der Charlatan n. Dow.

Longhi, Alexander, der Marktschreier auf seinem Gerüste.

Lowry, R., der Quacksalber n. Dieterici.

Maulbertsch, der Charlatan auf seinem Gerüst.

Miger, S. C., der Charlatan und der Bärenführer n. Touzet.

Mitelli, A., der Charlatan oder Wunderdoctor.

Miricinus, P., der grosse Pillen- oder Wunderdoctor, Jan Karnakel n. Breughel, dem Älteren.

Ostade, der Charlatan.

Passauer, L., ein Marktschreier.

Polanzani, G. B., der Charlatan n. Bernardino Mei.

Rembrandt, der Charlatan, welcher aus einem Korb ein Paket Medicin nimmt.

Sandby, P., der berüchtigte Baraglio, welcher durch heftige Bewegungen die Gicht heilen wollte.

Smith, C. J., Thos. Bridges and Lawrence Sterne as Mountebanks.

Trautmann, J. G., der Charlatan mit Medicinkasten.

Velde, Joh., der Quacksalber n. Buytenweg.

Wael, C., der Charlatan.

Westerhout, A., der Charlatan.

Weydmanns, N., ein Charlatan sondirt die Wunde in der Stirne einer Frau; ein Bauer hält ihr den Kopf.

§. 10.

Die *Krankheit* im Allgemeinen, ohne Hervortreten einer bestimmten Form, die blosse Störung des Wohlbefindens, wie sich solche individuell in

schwächerem oder stärkerem Grade kund giebt, gewährt dem Beobachter reichlichen Stoff. Die Verschiedenheit im Ausdruck und Benehmen zwischen der Ungestörtheit des Organismus und einem geschehenen Eingriff in die gewohnte Harmonie ist eine auffallende. Sowie sich übrigens Krankheit den Sinnen eine gewisse Zeit zu entziehen vermag, so kann sie auch eine eingebildete seyn.

Die Vorstellung, wie ein Kranker in oder auf dem Bette liegt und wie ein oder mehrere Aerzte ihn umgeben, kömmt häufig vor, so z. B. im „Herbary oder gart der gesuntheit."

Wie der König Henri II. tödtlich verwundet zu Bette liegt und ein Arzt mit dem Glase neben ihm beschäftigt ist, findet man auf einem grossen Blatte in Montfaucon Monumens de la monarchie française T. V. pl. IX.

Ein alter kranker Mann am Stocke gehend aus W. Bulleyn Bulwarke of Defence against all Sickness. 1562. fol. ist schön wiedergegeben in Dibdin's Typographical Antiquities. Vol. IV. p. 471.

Ein gelähmter Mann (Innsbrucker Wahrzeichen) ist als fliegendes Blatt 1620 erschienen (J. Scheible die fliegenden Blätter des 16. u. 17. Jahrhunderts. Stuttgart. 1850. 8. S. 17.)

Audran, Benedict, der kranke Alexander n. le Sueur.
Beyel, Daniel, der kranke Lavater n. Moretto.
Bogner, der kranke Reiter n. Treml.
Bosse, Abr., der Kranke sitzend in einen Mantel gehüllt.
Fantuzzi, A., Kranke und Krüppel um einen Altar, auf welchem ein Priester opfert n. Rosso.
Ghisi, G., der Kranke auf dem Bauche liegend n. J. Romano.
Girard, A. F., Richelieu krank, im Kahne vorüberfahrend, in einem zweiten hinter ihm der junge de Thou und Cinq Mars n. Paul Delaroche.
Derselbe, der Cardinal Mazarin auf dem Krankenbette; seine Günstlinge und Freunde unterhalten sich im Kartenspiele n. Paul Delaroche.
Guttenberg, G., die Vorsehung schützt einen kranken Fürsten n. Thouret.
Henriquez, B. L., le malade et le médecin n. Metzu.
Hohe, Fr., die kranke Frau n. Metzu.
Langenhöffel, J. J., zwei Männer tragen ein krankes Weib n. Pozzi.
Last, H. W., die Kranke n. Geernaert.
Muys, R., der Kranke in der Einbildung n. Trost.
Schellenberg, der kranke Sohn n. Usteri.

Straub, C., der Kranke und der Arzt n. Netscher.
Strixner, die kranke Frau n. Mieris.
Triva, A., ein Kranker auf dem Schubkarren.
Wildt, der kranke Rathsherr n. Hildebrandt.

§. 11.

Die *Krankenpflege* verdient den Namen der reinsten Nächstenliebe. Wer sich selbst mangelhaft fühlt, bleibt auf fremde Hülfe angewiesen. Diese wird um so mehr zu leisten im Stande sein, als sie dem Bedürfnisse mit Umsicht und Treue entspricht. Eine gute Pflege und Wartung ist eine halbe Heilung. Darum betrachtet man sie auch nicht blos als Beweis von Theilnahme und Liebe, sondern als den der richtigen Beurtheilung und Kunst. Da unter den Werken der Barmherzigkeit das für Leidende als eines der nothwendigsten und wohlthätigsten angesehen wird, so bildeten sich religiöse Vereine zur möglichst vollkommenen Vollführung dieses Zwecks. In Ländern, wo man die Klöster aufhob, liess man die der barmherzigen Schwestern bestehen. Dass übrigens das natürliche Gefühl zuverlässiger zum Beistande anleitet als Religionsvorschrift, das lehrt schon die Erzählung vom barmherzigen Samariter.

In der Legende des heiligen Rochus Wienn. 1482 (Panzer, Zusätze. S. 46. N. 142b) stellt ein Holzschnitt ein Krankenbett dar. Darüber sieht Jemand durch ein Fenster mit der Aufschrift: Vincentius [der Spitalmeister zu Aquapendente, welcher den wandernden Rochus aufnahm]. Der heilige Rochus steht im Pilgerkleide daneben.

Ebenso zeigt „das leben des heiligen Herrn sant Rochus. Nürnberg. 1484. 4." (Panzer Zus. S. 52. N. 199) einen Wanderer vor einem Bette, in welchem drei Personen liegen, wie er diesen Kranken den Segen ertheilt. Über seinem Haupte steht: S. Roccus. Oben an dem Bette ist ein alter Mann, worüber Vincencius steht.

Bosse, Abr., 7 Bl. die Werke der Barmherzigkeit.
Bourdon, Sebastian, 7 Bl. die Werke der Barmherzigkeit.
Galle, Th., die sieben Werke der Barmherzigkeit auf einem Blatte.
Lewis, F. C., 8 Bl. die Werke der Barmherzigkeit n. Flaxman.
Pencz, G., 7 Bl. die Werke der Barmherzigkeit.

Adam, Pierre, die Krankheit des Lascasas n. Hersent. Eine wilde Amerikanerin reicht dem alten Bischof die Brust, um ihn am Leben zu erhalten.
Aldegrever, H., 4 Bl. der barmherzige Samariter.

Bacquoy, Fenelon empfängt und verbindet in seinem Pallast die in der Schlacht von Malplaquet verwundeten Soldaten n. Fragonard.

Bosse, A., l'infirmerie de l'hopital de la Charité de Paris. Die Austheilung der Krankenkost.

Chollet, la soeur de charité n. Duval le Camus.

Coqueret, soeur Marthe Biget de Besancon n. Biget.

Elmerich, Michel Ange, donnant les soins à son domestique malade n. Fleury.

Franck, Hans Ulrich, der todtkranke Darius wird von Alexander im Wagen mit dem Mantel bedeckt.

Garnier, A., St. Sebastian von heiligen Frauen gepflegt n. Blanchard.

Kilian, W., der barmherzige Samariter n. Bassano.

Lafosse, die heilige Elisabeth Kranke pflegend n. Murillo.

Lasinio, Carlo, Tancred von Erminia verbunden n. Ottavio Vanni.

Lastmann, Nic., der barmherzige Samariter.

Leroux, la dame de Charité n. Haudebourt. Eine vornehme Dame am Krankenbette eines armen Familienvaters.

Derselbe, die Nonne verbindet die Wunde des Grenadiers n. Déveria.

Lignon, E. F., la jeune soeur hospitalitière n. Déveria.

Merlini, Fr., St. Irene giesst Balsam in die Wunden des heiligen Sebastian.

Meyer, Conrad, 4 Bl. der barmherzige Samariter.

Migneret, A., Molière sterbend von zwei barmherzigen Schwestern unterstützt n. Vaflard.

Molyn, P. M., ein kranker Alter von einem Knaben gepflegt.

Noël, Novize der barmherzigen Schwestern n. Götzenberger.

Passe, Cr., Lazarus im Bade von Mädchen gereinigt n. de Vos.

Ravenet, S. F., der barmherzige Samariter n. Hogarth.

Rembrandt, der barmherzige Samariter.

Remy, die Hospitalitin n. Pistorius.

Sallaert, A., Die Pflege der Kranken. Christus als Pilger, welchem ein Engel eine Wunde am Bein verbindet.

Schertle, V., Novize der barmherzigen Schwestern n. Götzenberger.

Seelos, J., Hans Memling nach der Schlacht von Nancy im Hospitale zu Brügge n. Friedländer.

Troger, Paul, Kranke von Aerzten oder barmherzigen Brüdern mit Arzneien versehen.

Valckert, Werner, der barmherzige Samariter, welcher dem Verwundeten Balsam in die Wunde giesst.

Velde, Jan van de, der barmherzige Samariter mit dem Verwundeten an der Herberge.

Voullemier, Anne, la soeur de Charité.

Schon der *Krankenbesuch* vermag tröstend und aufrichtend zu wirken. Bei der niederschlagenden Furcht vor Ansteckung dient das persönliche Erscheinen dazu, jene zu bannen und Muth zu wecken.

Beatrizet, Nic., die heilige Elisabeth von Ungarn besucht die Kranken n. Muziano.

Jazet, Alex., Napoléon visitant l'ambulance n. Bellange. In einem in einer alten Kirche eingerichteten Hospital reicht N. einem schwer Verwundeten das Kreutz der Ehrenlegion.

Laugier, J. N., Bonaparte bei den Pestkranken zu Jaffa n. Gros.

§. 12

Die *Heilung* im Allgemeinen kann durch erhebende Eindrücke auf das Gemüth des Kranken, seinen gehobenen Glauben, durch die Heilkraft der Natur und durch zweckmässige Anwendung äusserer Mittel zu Stande kommen.

Baillie, W., Christus heilt die Kranken n. Rembrandt.

Barbieri, Ludw., der heilige Pelegrinus Laziosus heilt Kranke.

Bruyn, Nic., Christus heilt den Sohn des Centurionen.

Caylus, der heil. Nicolas von Kranken angerufen n. Brandi.

Desplaces, L., die Heilung der Kranken n. Jouvenet.

Dietrich, Christus heilt die Kranken (Linck N. 20 und 21).

Flipart, Christus heilt n. Dieterici.

Frey, J. S., Carolus Borromaeus heilt Kranke n. P. Berretini da Cortona.

Frey, Joh. P., Christus heilt die Mutter des Petrus n. Metzu.

Johannot, Charles, Le trompette. Ein Hund leckt die Wunde des Trompeters n. H. Vernet.

Lorenzini, Ant., ein Heiliger erscheint den Kranken n. Tintoretto.

Derselbe, S. Philippus de Neri den Pabst heilend n. Cortona.

Prenner, A. J., Christus heilt die Kranken n. Tintoretto.

Prestel, Maria Catharina, die Heilung der Kranken am Teiche Bethesda n. Giorgio Vasari gen. Aretino.

Rembrandt, Christus heilt die Kranken.

Rosex oder Nicoletto da Modena, der arme Lazarus, welcher sich die Schwären von Hunden lecken lässt.

Sinzenich, H., ein todter Bischoff auf seinem Paradebette, durch dessen Berührung sich mehrere Kranke geheilt glauben n. Raphael.

Smith, Benjamin, Christus heilt die Kranken n. West.

Die *Wiedergenesung* sollte immer ein Dankfest des Herzens seyn um so mehr, wenn das Leben im höchsten Grade bedroht war.

Doo, G., the Convalescent from Waterloo n. Mulready.

Waldmüller, F. G., die Wiedergenesung.

§. 13.

Die *Verhütung* der Krankheit ist wichtiger als die Heilung, indem jede Unterbrechung der Gesundheit an sich unangenehm, wenn auch glücklich gehoben, einen Rest, eine Anlage zu einer neuen Störung zurücklassen kann. Die Gesundheit zu vernachlässigen ist nicht blos Leichtsinn, sondern Sünde; sie zu behaupten nicht blos Weisheit, sondern Tugend. Das einfachste, sicherste und wohlfeilste Mittel, um gesund zu bleiben, ist das: der Natur gemäss zu leben.

Eine Tarokkarte (Temperantia) stellt die Göttin der Mässigkeit dar. Eine schön bekleidete Frau giesst aus einer Vase in eine andere. Neben ihr steht ein kleines Schwein, welches sich in einem auf dem Boden liegenden Spiegel betrachtet (Bartsch Peintre graveur. T. XIII. p. 128. N. 51).

Ein fliegendes Blatt vom J. 1622 stellt einen Schlemmer vor, wie er von dreien Herrn Doctoren Mittel gegen sein „Magengift" sich erbittet (Scheible a. a. O. S. 108). Das Bild ist von P. Isselburg.

Der Arzt muss oft da fortfahren, wo der Dichter begonnen hat. Sobald die heitere Laune in Ausgelassenheit, der fröhliche Genuss in Unmässigkeit übergehen, wird er nothwendig. Daher betrachtet er auch Bilder, wie die Weinprobe von Hasenclever, les boissons von Bertall etc., so ansprechend sie sind, mit andern als günstigen Gedanken.

Aldegrever, H., die Mässigkeit. Aus den 7 Haupt-Tugenden.

Baldung, Hans, genannt Grün, der Betrunkene.

Both, Andreas, die Betrunkenen.

Capitelli, B., Loth von seinen Töchtern trunken gemacht n. Manetti.

Carmona, M. S., Bacchus die Betrunkenen krönend n. Velasquez.

Chaperon, N., der alte trunkene Silen erhält von einem Satyr noch zu trinken.

Cruikshank, George, 8 Bl. the bottle und 8 Bl. the drunkard's children.

Dennel, L., L'essai du Corset. n. P. A. Wille. Einer jungen Dame wird eine Schnürbrust angelegt.

Dörschlag, C., trunkene Studenten.

Dusart, das betrunkene Ehepaar.

Earlom, der trunkene Silen n. Rubens.

Frey, Jac., Loth und seine Töchter n. Dominichino.

Galle, Corn., Maria gibt dem Kinde Brei n. Vanni.

Gaugain, T., Labour and Health n. Barker.

Goltzius, H., der Unmässige.

Gozzoli, B., die Trunkenheit des Noah.

Greuter, J. F., die Wirkungen der Tugend und der Wollust n. Dieterlin.

Hodges, C. H., der trunkene Silen n. Rubens.

Hondius, H., der Junge, Zwei betrunkene Bäuerinnen n. Breughel.

Lang, Georg, die vier Eigenschaften des Weins.

Laroon (Lauron), Marcel, eine Frau füttert den im Stuhle sitzenden Mann mit Brei.

Leeuw, W., Loth und seine Töchter n. Rubens.

Leyden, Lukas von, die Mässigkeit.

Derselbe, Loth von seinen Töchtern trunken gemacht.

Lodge, W., die Schwelgerei der Mönche.

Mantegna, die Weinlese; auf dem Fasse ein trunkener Mann.

Marinus, Ignaz, eine Gesellschaft von Trinkern, wovon sich einer erbricht n. Sachtleven.

Matham, Jacob, Temperantia n. Goltzius.

Molenaer, J. N., die Trinker.

Moyaert, Nicolaus, Loth mit seinen Töchtern.

Müller, Joh., Loth von seinen Töchtern berauscht n. Spranger.

Müller, Joh. Gotth., Loth mit seinen Töchtern n. Hontborst.

Musis, der Triumph des Silen, welcher trunken auf einem Esel reitet.

Pencz, G., Gula, die Gefrässigkeit. Aus den sieben Todsünden.

Picart, St. der Römer, Image de l'homme livré aux plaisirs des Sens n. Correggio.

Podesta, J. A., der trunkene Silen wird von Kindern getragen.

Ribera, der trunkene Silen zwischen zwei Satyrn an eine Kufe gelehnt.

Sadeler, Joh., die Menschen im Wohlleben vom jüngsten Gericht überrascht n. Bernard.

Schulze, Chr. G., der Breiesser n. Schalcken.

Suyderhoef, Jonas, Bacchus geführt von einem Satyr und einem jungen Faun n. Rubens.

Teunissen, Cornelius, die Unmässigkeit. Ein Mann mit Schweinskopf und Schwert; ein Fass bildet den Leib; auf dem Kopfe Weinlaub, Spielkarten und Würfel. Mit der Schrift:

Ein voller Mensch ist gar ein Schwein
Was kann dafür der edle Wein.

Trière, Ph., Loth mit seinen Töchtern n. Velasquez.

Vien, Jos., Loth und seine Töchter.

Vliet, Loth und seine Töchter n. Rembrand.

Ulrich, H., 4 Bl. Leben und Ende des Wollüstlings.

Völker, W., ein Betrunkener.

Woeiriot, P., Loth mit seinen wollüstigen Töchtern.

Zöllner, L., Wer nicht liebt Wein, Weiber und Gesang, der bleibt ein Narr sein Leben lang n. Metz.

Die *Einimpfung* in der Absicht Krankheit zu verhüten, ist oft versucht worden; aber keine wurde von einem so glücklichen Resultate gekrönt, als die der Kuhpocken. Da die Menschenpocken nicht nur die Schönheit raubten, sondern häufig die Sinnorgane zerstörten und Millionen Menschen tödteten, so wurde Jenner einer der grösten Wohlthäter des Menschengeschlechts.

Preisler, Joh., Martin, Allegorisches Blatt auf die Inoculation der Gräfin von Bernsdorf, mit der Umschrift: Pro Incolumitate, und der Unterschrift: Primae Inoculationis usum exemplo suo docuit Hafniae. 1754.

Derselbe, Allegorisches Blatt auf die Inoculation des Kronprinzen von Dänemark mit der Überschrift: Au Prinze Royal und der Unterschrift: Sibi et Populo 1760.

§. 14.

Unter den *Mitteln* sind diejenigen, welche zur Unterstützung der natürlichen Verrichtungen, besonders zur Beförderung der Reinlichkeit dienen, die an sich unverfänglichen, die blos diätetischen, die zweckmässigsten. Freilich können die auch noch so unschuldigen, zur Unzeit oder im Uebermaasse angewandt, nachtheilig wirken.

Badende trifft man in den ältesten Druckschriften, so z. B. in folgenden: „Dyss puchlein hat gemacht unnd erfarn Mayster Clement von Gracz von allen paden dyn von natur hayss sint. Brünn. 1495. 4." Ebenso in dem sehr frühen, ohne Jahrszahl erschienenen Buche: Eyn newe Badenfart. Strassburg. 4.

Übrigens darf man die Darstellung eines allegorischen Bades nicht für ein wirkliches halten. Ein Holzschnitt in „Thomas Murner's andechtig geistliche Badenfart. Strassburg 1514" stellt eine nackte Person in einer Badewanne vor; aus einer

Wolke kömmt eine Hand, die aus einer Kanne Wasser auf sie herabschüttet neben sitzt ein Mönch mit einem Buch.

Die Badstuben waren vom 13ten bis 16ten Jahrhundert so allgemein, dass sie nicht leicht in den kleinsten Orten fehlten. S. Mone, Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins. Karlsruhe. 1851. B. 2. S. 259.

Ein altes Nympheum, worin 6 Personen mit und ohne Tonsur sich baden, ist abgebildet in P. Paciaudi de sacris Christianorum Balneis. Romae. 1758. 4. p. 58. Tab. II: Balneum sacrum ad fidem antiquae picturae in codice membranaceo Biblioth. S. Paulli Neap.

Mehrere Miniaturen aus dem XIVten Jahrhundert, wie der König von Böhmen Wenceslaus nach dem Bade von Frauen abgetrocknet wird, sind im Kupferstich zu schauen bei Lambeccius Comment. Bibliothecae Caes. Vindob. Lib. II. Cap. 8. p. 752 der älteren Ausgabe.

Aldegrever, das Bad der Wiedertäufer.
Alram, J., Susanna im Bade n. Lampi.
Altorfer, Albr., Venus geht mit Cupido aus dem Bade.
Baillu, P., Susanna im Bade n. Pepyn.
Balechou, die badenden Mädchen n. Vernet.
Beham, H. S., das Bad der Jugend oder die Verjüngungsquelle.
Derselbe, das Frauenbad (B. 16).
Derselbe, das Weiberbad (B. 167).
Bittheuser, die Badende n. Zampieri gen. Dominichino.
Boissard, Nymphaeum. Ein Frauenbad.
Brosamer, Joh., Bathseba im Bade.
Bry, Joh. Th., das Bad oder die Verjüngungsquelle.
Carmona, S., Susanna im Bade.
Cars, L., Iris im Bade n. le Moine.
Challe, M. A., Ein badendes Mädchen am Bache.
Danckerts, D., Diana mit ihren Nymphen im Bade n. Holstein.
Delaunay, N., türkisches Frauenbad n. Barbier.
Dieterich, die badenden Nymphen in der Felsenhöhle.
Dyck, Daniel van den, Susanna im Bade.
Eichler, M. G., ein russisches Bad.
Gautier-Dagoty, E., die Badende n. le Moine.
Geyser, C. G., das Nymphenbad n. Moucheron.
Golde, M., Ein Mädchen im Bade.
Haussard, J., Lisette beim Bade n. Courtin.

Hohe, Fr., die Badenden n. Riedel.

Houston, R., Badende in einer Landschaft n. Chatelain.

Huck, D. G., badende Mädchen n. Schmidt.

Knight, C., Diana mit ihren Nymphen im Bade n. A. Carracci.

Kolbe, K. W., die Badenden.

Lang, H. C., ein Bad.

Lempereur, L., die Badenden n. Vanloo.

Mallery, C., Frauen im Bade n. Stradanus.

Manglard, Adr., die Badenden.

Massol, A., Galathea in das Bad steigend n. Fleury.

Matsys, C., Bathseba im Bade.

Mecken, Israel von, das Kinderbad oder die Badestube.

Moro, Joh. B., das Christuskind wird gebadet n. Jul. Romano.

Neve, Fr., Amor im Bade.

Ottaviani, J., drei Mädchen im Bade, von einem Jüngling überrascht n. Guercino.

Pencz, G., Diana im Bade.

Poilly, F., Nymphen im Bade n. Jul. Romano.

Ponce, N., les bains de Titus.

Pool, M., Susanna im Bade n. Barent Graet.

Porporati, Susanna im Bade n. Santerre.

Derselbe, das Bad der Leda n. Correggio.

Prestel, Joh. Gottl., ein römisches Bad n. Pannini.

Prudhon, J., le Bain d'Amour n. Mallet.

Raimondi, Marc. Anton, Venus aus dem Bade gestiegen, trocknet sich den linken Fuss mit dem Tuche ab n. Raphael.

Rembrandt, die Badenden.

Ruyter, N., Callisto im Bade n. Cornelis.

Solis, Virgilius, das Bad der Wiedertäufer. Eine Badstube mit Männern, Weibern und Kindern n. Aldegrever.

Soster, B., Bathseba im Bade n. Hayez.

Tardieu, N., Aeneas als Kind von den Nymphen gebadet n. Cotelle.

Tavernier, P. J., die Circassierin im Bade n. Blondel.

Tempeltei, F. J., Badende Kinder n. Steinbrück.

Thomassin, H. S., eine Frau im Bade n. Rubens.

Vangelisti, V., le bain forcé n. Linguatesi. Eine Kindsfrau mit einem Knaben, den sie baden will.

Vanloo, C., Mädchen im Bade n. Chereau.

Weisbrod, Carl, badende Mädchen in einer Landschaft n. Poelenburg.

Wildt, Carl, die badenden Mädchen n. Riedel.

Wolfgang, G. A., Susanna oder eine badende Nymphe n. Holbein.

Woollet, W., Diana mit ihren Nymphen im Bade überrascht n. Lauri.

Zündt, M., Diana im Bade.

Angenehme, *heitere Eindrücke* auf das Gemüth vermögen die heilsamsten, kaum mehr gehofften Wirkungen zu äussern. Schade nur, dass sie aus der Apotheke nicht verschrieben werden können.

Rode, J. H., Ein schwer kranker Cardinal geräth in ein erschütterndes, wohlthätiges Lachen, als er sieht, wie sein Affe seinen Cardinalshut aufsetzt.

Der Glaube ist eine Macht. In alter Zeit sind Viele dadurch von ihren Uebeln befreit worden. In unsern Tagen fürchten die Kranken, noch mehr die Heilenden, bei der Anwendung einer derartigen Cur, theils die wissenschaftliche Kritik, theils die satyrischen Bemerkungen.

Scotto, G., die Heilung der Kinder durch das Gewand des heiligen Philippus n. del Sarto.

§. 15.

Gesundbrunnen, Kurbäder und Mineralwasser, gleichviel ob äusserlich oder innerlich in Gebrauch gezogen, sind Arzneimittel, die nur vom Arzte richtig angerathen werden können. Da ihre Empfehlung oft auf Vorurtheilen und Eigennutz beruht, so muss Wahl und Anwendungsweise derselben nach dem Ausspruche gewissenhafter Sachverständiger sich richten.

In der ersten grossen Sammlung von Badeschriften: De Balneis omnia, quae extant apud Graecos, Latinos, Arabes etc. Venetiis. 1553. fol. [Collectio Juntina] sind in der von Conrad Gesner de Thermis etc. Abbildungen der Wasserwerke zu Fideris (p. 295) und die Art des Badens zu Plombieres (p. 299).

In dem voluminösen Quartanten: Historische Beschreibung des Wunder Brunnen zu Boll durch Johannem Bauhinum, deutsch durch David Förter. Stuttgarten. 1602. 4. sollen nach dem Titel beigelegt seyn „6 Landtaffeln, der schönen Gelegenheit unnd Landtschaft umb Boll"; allein in dem mir zu Gebote stehenden Exemplar fehlen sie.

Von einem Ungenannten erschien zu Leipzig 1845 ein Heft betitelt „illustrirte Bäder und Heilquellen", worin Töplitz und Ischl vorgeführt werden.

Dürer, Albrecht, das Bad. Man glaubt, dass diese Darstellung sich auf Aachen

bezieht. S: Straeter de quelle manière prenoit-on les bains du temps de Charles-Quint à Aix-la-Chapelle. 1858. 8. Auch in der Deutschen Klinik. 1858. N. 5.

Everdingen, 4 Bl. die Gesundbrunnen.

Frommel, K., Baden-Baden und seine Umgebungen.

Henricus, Frater, Carlsbad.

Hollar, W., der Mineralbrunnen. Parthey (Wenzel Hollar. Berlin. 1853. 8. S. 264. N. 1238) lässt es unentschieden, ob das Blatt die Ansicht liefere der Mineralquelle in Spaa oder des Wolfsbrunnen bei Heidelberg.

Meyer, J. J., 3 Bl. das Heilbad Pfäffers.

Opitz, G., Erinnerung an Carlsbad. Der Neubrunnen mit vielen charakteristischen Figuren umgeben.

Sabatier, J. B. L., Douze Vues d'Aix-les-Bains (in Savoyen).

Schmidt, E. C., Mineralbad Elster n. Kühne.

Seyffer, A., der Sauerbrunnen bei Canstatt.

Thomann, H., die Bäder von Gonten in Appenzell.

Trösch, Joh., das Bürgesweiler Bad im Canton Bern.

Usteri, H., Bad Pfäffers im Canton St. Gallen.

Wagner, Otto, Hermannsbad bei Lausigk.

Blutentziehungen, vom Kenner der Krankheit unter bedingenden Umständen verordnet, leisten viel; allein, ohne die sorgfältigste Prüfung vorgenommen, schaden sie. Die Zeit ist glücklicherweise vorüber, wo das Aderlassmännlein im Kalender die Stelle des genau abwägenden Arztes vertrat.

Der Aderlassmann präsentirt sich in einem fliegenden Blatt. Strassburg. 1515. Vielleicht schon früher findet sich die Zeit, wann Blut entzogen werden soll, dadurch bemerkt, dass an den verschiedenen Theilen des Körpers die Himmelszeichen angebracht sind. S: Eyn newe Badenfart. Strassburg. Ohne Jahrszahl. 4. S. 13.

Das Aderlassen und Schröpfen kann man schauen auf drei fliegenden Blättern aus dem Jahre 1622 bei Scheible a. a. O. S. 172. 264. 292.

Von Jost Amman wird der Schröpfer als Bader, Balneator, abgebildet (Hartman Schopperus, *Πανοπλια* Omnium illiberalium artium genera. Francofurti. 1568. 8.).

Von Cherubin Alberti, genannt Borghegiano, sind 11 Kupfer, Gruppen um Kranke mit Blutentziehungen beschäftigt darstellend, in P. P. Magni discorsi sopra il modo di sanguinare attacar le sanguisughe et le ventose. Roma. 1586. 4.

Dusart, la ventouse.

Fertig, J., das Aderlassen n. van der Neer.

Ghisi, Mantuano, ein Mann der geschröpft wird n. Giulio Romano.

Schäuffelein, H., ein Herr hält eine Dame; eine Frau fängt das aus ihrer Ader fliessende Blut in einer Schaale auf.

Schlicht, A., ein Chirurg schlägt einem Bauer die Ader am Arm n. Brouwer.

Strixner, N., das Aderlassen n. Brouwer.

Die *Klystierspritze* wird zu so mancher Abhülfe herbeigeholt, dass es nicht Wunder nehmen darf, wenn es auch ohne Hebamme und Bader geschieht.

Hogarth, W., the political Clyster.

Der *thierische Magnetismus* bewirkt Wunder durch Hellsehen; allein Aerzte mit gesunden Augen können keine Heilungen erblicken.

Chodowiecki, eine magnetische Manipulation.

Sergent, Fr., ein satyrisches Blatt auf den Mesmer'schen Magnetismus.

§. 16.

Das bereits Mitgetheilte wird Mancher als erschöpfend ansehen, da er als Inbegriff der Medicin nur den Doctor und einige Mittel kennt; allein der Umfang dieses Gebiets ist ein erstaunlich grosser, und was vom ersten Lebenshauche an bis zum letzten auf das Befinden einen Einfluss ausübt, das wird mehr oder weniger Aufgabe des Arztes.

Die Vorgänge, welche den Menschen zuerst in die Erscheinung führen, werden vom Künstler um so häufiger gewählt, als sie der Phantasie einen freien Spielraum gewähren. Die Darstellungen sind jedoch zuweilen so frei, dass Anstand genommen werden muss sie zu sehen, wenigstens davon zu reden.

Eine Unzahl von Bildern befasst sich mit den Spielen des Amors und der Venus, mit den Festen des Priaps, der Satyrn and Faunen, mit den Situationen von Loth und seinen Töchtern, Joseph und Potiphar, Tarquinius und Lucretia, mit der Versuchung des heiligen Antonius, Blocksbergsscenen etc.

Wie ein braver Arzt, wenn es auch noch so dringend gewünscht wird, weder Canthariden noch Stechapfel als Aphrodisiacum verordnet, so muss es für unpassend und unerlaubt gehalten werden durch freie, sogenannte galante, Bilder die Sinnlichkeit zu erregen.

Gunst, P. van, 9 Bl. die Liebschaften der Götter n. Titian.

Picart, B., 14 Bl. Epithalamen auf Vermählungen berühmter Personen in Holland.

Rahl, C. H, die Mädchen, welche in den Brunnen gucken, aus welchem die Kinder geholt werden n. Schnorr.

Thiry, L., (Leo Davent) das Bild der Fruchtbarkeit n. Primaticcio.

§. 17.

Die *Schwangerschaft* möchte das jungfräulich gebliebene Weib gerne verbergen, aber der geübte Blick entdeckt sie. Jedem Fühlenden flösst sie Schonung, Ehrfurcht und Achtung ein gegen das still sich entwickelnde Leben.

Agricola, K., Diana entdeckt die Schwangerschaft der Calisto n. Dominichino.

Bry, J. Th., die Entdeckung der Schwangerschaft der Calisto n. Moreelse.

Bry, Th., die Schwangerschaft der Calisto n. Bol.

Cort, Corn., Diana entdeckt die Schwangerschaft der Calisto n. Titian.

Desnoyers, la Visitation. Maria's Besuch bei der Elisabeth n. Raphael.

Jode, Peter de, der Besuch Mariens bei der Elisabeth n. Rubens.

Kessel, Th., Diana entdeckt die Schwangerschaft der Calisto n. Titian.

Matham, J., Diana entdeckt die Unkeuschheit der Calisto n. Cornelissen.

Passarotti, B., der Besuch der Maria bei der Elisabeth n. Salviati.

Ravenet, G. F., die Entdeckung der Schwangerschaft der Calisto n. Franceschini.

Saenredam, Johann, Diana entdeckt die Schwangerschaft der Calisto n. Goltzius.

§. 18.

Der Vorgang der *Entbindung* gehört der Verborgenheit an. Da das Weib unter Schmerzen gebären muss, so ist Stille der Umgebung die erste Pflicht. Mag die Freude über das neue Weltkind noch so gross seyn, inniger Dank wird nicht laut, wahre Theilnahme äussert sich in rücksichtsvoller Schonung.

Was kurz vor der Entbindung geschieht, die Hülfeleistung der Hebamme und Wartefrau, ist im Holzschnitt zweimal in der Ausgabe Strassburg. 1522. 4. „Der schwangeren frawen und Hebammen Rosegarten" einmal in der Augspurg. 1528. 4.

Unglaublich oft findet sich die Geburt von Christus dargestellt, und im Leben der Maria die seiner Mutter.

Audran, B., l'accouchement de la Reine n. Rubens.

Bartolozzi, the birth of Shakespeare n. Angelica Kauffmann.

Beham, Barthol., das Weib bei der Frühgeburt (Bartsch VIII, p. 99. n. 38).

Bernard, J., die Geburt des Heilands n. Rembrand.

Biscaino, B., die Geburt Christi.

Bolt, Fr., die Entbindung der Königin Marie von Medicis n. Rubens.

Brescia, J. A., die Geburt Christi.

Campagnola, Julius, die Geburt Christi.

Carpi, Hugo da, die Geburt der Maria n. Julio Romano.

Claas, Alaert, die Geburt Christi.

Ghisi, Diana, die Geburt des heiligen Johann Baptist n. Julio Romano.

Derselbe, Latona oder die Geburt von Apollo und Diana auf der Insel Delos n. Julio Romano.

Gibelin, A. E., L'accouchement. Die Entbindung einer jungen Frau.

Kerver oder Köbel, Jacob, die Niederkunft der Päbstin Johanna während einer Procession.

Lepicié, B., L'Accouchée n. Jeaurat.

Mazzuoli, F., gen. Parmeggiano, die Geburt.

Piotti-Pirola, die Geburt Jesu n. Luini.

Po, Theresia del, die Geburt der heiligen Jungfrau n. Peter del Po.

Schmutzer, J. M., die Geburt der Venus n. Rubens.

Schoen, Martin, die Geburt Christi.

Tanjé, Peter, De Hollandsche Kraam Kramer. Chambre d'Accouchée Hollandoise n. Troost.

Vaillant, Wallerant, die Entbindung einer französischen Fürstin.

Das *Wochenbett* deutet im Worte an, dass der Aufenthalt Wochenlang im Bette dauern soll; allein dieses wird oft viel zu frühe verlassen. Über Langeweile hat die Wöchnerin nicht leicht zu klagen, da es an Besuchen nicht fehlt. Zuweilen bedarf es dabei der Ermahnung: nichts Ungehöriges vorzubringen, damit nicht durch Schrecken oder Aerger die Milch umgeändert werde. Übrigens ist nicht jede Stillende eine Wöchnerin; selbst der Busen der Jungfrau kann, wenn es gilt, dieses Geschäft übernehmen. Im Nothfall ergreifen Kinder die Saugwarzen von Thieren und diese erfüllen treu die ihnen nicht zukommende Pflicht.

Ein Miniaturbild aus dem 14ten Jahrhundert in einem Manuscript der Bibliothek Barberini zu Rom zeigt, wie eine neu Entbundene Besuche entgegen zu nehmen bereit liegt. S: Bonnart Costumes du moyen âge T. 1. pl. 70.

Die Wöchnerin im Bette, wie eine Dienerin ihr etwas zu kosten bringt und die Wartsfrau mit dem Baden des Kindes beschäftigt ist, füllt fast das ganze Titelblatt aus der Ausgabe Augspurg. 1528. Der schwangeren frawen und Hebammen Rosegarten. In einer ersten Auflage. Wurms. 1513. 4. enthält das Titelblatt blos die Wartsfrau mit dem Wickelkind.

Madonnen mit dem Kind an der Brust sind häufig von den grössten Meistern und unzählige Male von weniger bedeutenden dargestellt worden.

Bartoli, Jupiter von der Ziege genährt n. Giulio Romano.
Le Bas, J. Ph., Cimon u. Pero.
Beham, H. S., Cimon aus der Brust seiner Tochter ernährt.
Bonasone, G., Jupiter von der Ziege genährt n. Giulio Romano.
Boulogne, L. der Vater, die römische Caritas. Cimon von seiner Tochter genährt.
Caronni, P., Venus säugt den Amor n. Parmeggiano.
Caukerken, Corn., Cimon und seine Tochter n. Rubens.
Cozza, Fr., Cimon und Pero.
David, Ch., eine stehende Amme, welche ein Kind trägt.
Delaunay, R., les adieux de la nourrice n. Aubry.
Galle, C., Venus säugt die Liebesgötter n. Rubens.
Gemzoe, P., Besuch bei der Wöchnerin n. Marstrand.
Heemskerk, M., Cimon und Pero.
Hoerberg, P., Cimon und seine Tochter.
Huck, D. G., Jupiter als Kind von der Ziege Amalthea ernährt n. Cipriani.
Janinet, les Nourrices n. Boucher.
Jordaens, Jacob, Jupiter als Kind von der Ziege Amalthea ernäärt.
Keating, Cimon und Pero n. Jordaens.
Lepiciée, B., la relevée, die aufgestandene Wöchnerin n. Jeaurat.
Mark, Quirin, Cimon und Pero nach der Pelisky.
Panneels, Cimon von seiner Tochter ernährt n. Rubens.
Perger, S., Romulus und Remus von einer Wölfin gesäugt.
Peyrolery, Cimon von seiner Tochter ernährt n. Lazarini.
Picot, V. M., die Amme und der Säugling n. Schidone.
Prestel, Joh. Gottl., Cimon von seiner Tochter im Gefängnisse ernährt n. Cantassi.
Reverdino, Cimon und Pero n. Rosso.
Russ, Carl, Jupiter als Kind von der Ziege ernährt.
Schleich, J. C., Cimon und Pero n. Honthorst.
Schönian, Anton, Cimon im Gefängnisse an der Brust seiner Tochter.
Spiess, A., Jupiter legt den jungen Herkules an die Brust der Juno n. Genelli.
Stella, Antoinette Bouzonnet, Romulus und Remus von einer Wölfin gesäugt n. ihrem Bruder Anton.
Strange, Robert, die Findung des Romulus und Remus durch Faustulus n. P. da Cortona.
Surugue, L., Venus säugt die Liebesgötter n. Rubens.

Voet, Alexander, der Jüngere, Cimon und Pero n. Rubens.

Ward, W., der Besuch bei der Amme in der Kinderstube n. Morland.

§. 19.

Misbildungen, ursprünglich oder erst im Laufe der Zeit entstanden, werden vom künstlerischen Schaffen nicht verschmäht. Aus Neigung zu Paradoxien, um das Entgegengesetzte des Schönen zu zeigen, mit Seltsamem, Lächerlichem Effekt hervorzubringen, werden die auffallendsten Figuren für sich allein, oder in Verbindung mit den Gebilden einer wilden Einbildungskraft, benutzt. Was die Beobachtung nicht zu liefern vermag, das muss das Mährchen ersetzen, wie das von wilden Menschen, wo die Wucht des Backenbartes in Nichts verschwindet gegen die übermächtige Fülle des Haarwuchses am ganzen Körper.

Dass nicht Jeder, der einen Stelzfuss trägt, für einen Krüppel genommen werden dürfe, das ist augenscheinlich dargethan im „Liber Vagatorum. Der Bettlerorden ohne Druckjahr.“ (Panzer, Zusätze S. 26. N. 104).

Bos (Bosche), Hieronymus, der heilige Martinus auf einer Fähre von Krüppeln umgeben theilt seinen Mantel.

Brouwer, Adrian, der bucklige Maler an der Staffelei.

Callot, 21 Bl. Zwerge.

Dassonville, zwei Krüppel bettelnd.

Daullé, J., Salmacis und Hermaphrodit n. de Troy.

Dorigny, N., die Nymphe Salmacis bittet die Götter sie mit Hermaphrodit in eins zu verwandeln n. Albano.

Meister E. S. 1466 die Arabeske mit dem wilden Mann und der Distel (B. 111).

Derselbe. Das Einhorn, aus dem Busen eines wilden behaarten Mädchens in der Wüste hervorgegangen.

Gole, Johann, der Zwerg Hans Waarenberg, 2 Schuh 2 Zoll hoch, bei einem vornehmen Herrn stehend.

Green, Peter the wild Boy, Peter von Hameln in einer Landschaft sitzend n. Falconet.

Gregori, J., der liegende Hermaphrodit.

I. B. der Meister mit dem Vogel (Johann Baptist del Porto , die Missgeburten zweier zusammengewachsener Kinder.

Laan, A. van der, eine Jagd von Zwergen.

Matham, A., das Krüppelpaar n. van de Venne.

Matsys, Corn. 12 Bl. die tanzenden Krüppel.
Muntaner, Fr., der Zwerg Philipp's IV. n. Velasquez.
Passe, Magdal., Salmacis und Hermaphrodit n. Pinas.
Picart, B., der Hermaphrodit n. Poussin.
Picart, P., die Zwerghochzeit.
Reinsperger, J. C., Sadig Aga, der Zwerg des Grosherrn n. Liotard.
Rembrandt, der Stelzfuss.
Rode, Joh. H., ein bettelnder Zwerg.
Saenredam, Joh., die krüppelhafte Frau n. Goltzius.
Sanuti, die Geburt eines monströsen Kindes zu Venedig.
Schoen, Barthol., ein wilder Mann.
Derselbe, ein alter Zwerg fährt eine alte Zwergin im Schubkarren.
Schoen, Martin, der wilde Mann mit den beiden Wappenschildern.
Swanevelt, H., Salmacis und Hermaphrodit.
Waterloo, der bucklige Mann mit dem Knaben auf dem Stege.

§. 20.

Das *Lebensalter* zeigt in bestimmten Abschnitten die Mannigfaltigkeit wie die Vergänglichkeit der irdischen Besitzthümer. Zuerst erfreut jede Entwicklung und jede Gabe; allmälig mindert sich die Überraschung; nur bedeutende Ereignisse sind im Stande einen Eindruck zu veranlassen, bis auch dafür die Empfänglichkeit schwindet.

Die Darstellung des Lebensalters nach der Schilderung des Philosophen Cebes aus Theben, des Schülers von Socrates, ist oft unternommen worden, obgleich jene mehr allegorisch gehalten ist, um zu zeigen, dass nur wahre Bildung oder das Bewusstseyn der Tugend glücklich mache.

Das Bild von M. Merian ist von Figur zu Figur erläutert durch G. J. Schütz (Die Kunstreiche Tafel Cebetis Thebani. Frankfurt a. M. 1638. 4.). Weniger genau ist das von J. G. Navia bei Pablo Lozano Y Casela, Parafrasis arabe de la Tabla de Cebes. Madrid. 1793. 4.

Weit besser ist die Abbildung von Romain de Hooghe in Epicteti Enchiridium una cum Cebetis Tabula. Ex recensione Abr. Berkelii. Lugd. Bat. 1670. 8.

Die 60 Abbildungen von Theodor Bry zu Boissard (Theatrum Vitae humanae. Mediomatr. 1596. 4.) enthalten blosse Darstellungen von Lebensereignissen als Anspielungen auf die Pflichten des Lebens.

Die vier Altersstufen enthält ein fliegendes Blatt in Holzschnitt aus dem Anfang des 16. Jahrhunderts.

Baillie, W., die Kinder n. le Nain.

Balechou, l'Enfance n. Bardon.

Bauer, J., der erste Schluck n. Hohnbaum.

Becker, J., die alte Grosmutter n. Hildebrandt.

Bosse, Abraham, die vier Stufenalter des Menschen.

Dusart, Corn., 4 Bl. die Lebensalter.

Frank, Jul., 2 Bl. Der Morgen und Abend des Lebens.

Gerhard von Gröningen, 10 Bl., das Leben des Menschen von der frühesten Jugend bis zum Greisenalter.

Grandville (J. J. Gérard), 12 Bl. chaque âge a ses plaisirs.

Greenwood, J., das Alter n. Eckhout.

Guttenberg, C. G., das schmollende Kind n. Greuze.

Larmessin, Nic. de, die vier menschlichen Alter durch ihre Belustigungen versinnlicht n. Lancret.

Lepicié, R. E., la jeunesse sous les habillemens de la decrépitude n. Coypel.

Londerseel, J., 10 Bl. die Stufenleiter des menschlichen Lebens.

Longhi, der Greis n. Livens.

M. B., die Stufenalter des männlichen und weiblichen Geschlechts n. Stimmer.

Meyer, Conrad, 11 Bl. die Lebensalter des Menschen.

Moyreau, J., 4 Bl. die Lebensalter. Gesellschafts- oder Genrebilder n. Ravoux.

Müller, Fr., die Jugend n. Le Masson.

Passe, Cr., 2 Bl. Jüngling und Greis. Virilitas honori, senectus dolori.

Rahl, C. H, das Kind, welches gehen lernt n. Waldmüller.

Ryall, H. T., 7 Bl. the ages of female beauty.

Schneider, Justus, 19 Bl. das Kind von der Wiege bis zur Schule.

Schulze, C. G., ein alter Mann n. Hutin.

Smith, J. R., Alter und Kindheit n. Opie.

Stölzel, C. F., der alte Hubrig 112 alt.

Stolker, Jan., die Grosmutter n. Rembrandt.

Tassaert, P. J., 4 Bl. die Lebensalter. Halbe Figuren.

Teunissen, Conr., die Lebensalter in architectonischer Composition.

Tienen, C., 10 Bl. das Leben des Menschen von seiner Geburt an bis zum Tode.

Wille, J. G., ein Knabe, welcher Seifenblasen steigen lässt (le petit physicien) n. Netscher.

Wink, T. Ch., die vier Stufen des menschlichen Alters.

Zöllner, der erste Zahn n. Hantsch.

§. 21.

Die *Sinnorgane* vermitteln das innere Leben mit der äussern Welt und sie bezeugen die Wahrheit des Ausspruchs, dass wer hat, dem gegeben werde. Sie fassen um so mehr auf und leiten um so mehr zu, je reicher das Gemüth, je empfindungsvoller die Seele. Ob man gleich das Sinnliche als Gegensatz des Geistigen betrachtet, so kann ein Sinn eine gewisse geistige Allmacht in sich schliessen. Der Musiker lebt in seiner Harmonie, der Maler in seinen farbigen Entwürfen. Sind die Eindrücke in ihrer maasslosen Fülle nicht zu bewältigen und zu begreifen, so erscheinen sie als Ausflüsse einer übersinnlichen Welt.

Aveline 5 Bl. die Sinne. Schäferstücke.

Blois, A. de, 5 Bl. die Sinne. In einzelnen sitzenden ländlichen Figuren dargestellt.

Bosse, Abraham, 5 Bl. die Sinne. In Conversationsstücken dargestellt.

Both, Johann, 5 Bl. die Sinne n. Andreas Both. Figürlich.

Bourdon, S., 5 Bl. die Sinne.

Bruyn, Abr. de, 5 Blättchen die Sinne.

Clein, Fr., 5 Bl. die Sinne. Weibliche Figuren.

Clock, Nic., 5 Bl. die Sinne. Stehende Figuren.

Collaert, Adr., die 5 Sinne in weiblichen Figuren unterhalten einen Alten n. van Oert.

Couvay, J., der Aufenthalt der fünf Sinne n. Huret.

Gole, J., 5 Bl. die Sinne. Derbe Bilder.

Goltzius, H., 5 Bl. die Sinne. Allegorische Figuren mit landschaftlichen Beiwerken.

Haecken, A., 5 Bl. die Sinne n. Amigoni. Weibliche Halbfiguren.

Heyden, Jacob v. d., 5 Bl. die Sinne. Weibliche Büsten in Rundtheilen.

Holzer, J. E., die 5 Sinne n. Bergmüller. Arabesken.

Huquier, J. G., 5 Bl. die Sinne. Als chinesische Figuren.

Jode, P. de, 5 Bl. die Sinne. Gruppen in allegorischen und andern Figuren.

Kittenstein, Corn., 5 Bl. die Sinne n. Hals. In Costümfiguren.

Küssel, Melchior, 5 Bl. die Sinne.

Laulne, J. St., 5 Bl. die Sinne.

Lorraine, J. B., die 5 Sinne.

Passe, W., 5 Bl. die Sinne n. Crispin de Passe.

Pencz, G., 5 Bl. die Sinne. Durch nackt sitzende weibliche Figuren dargestellt.

Picart, B., 5 Bl. die Sinne. Durch Liebespaare verdeutlicht.
Prince, J. B. le, 5 Bl. die Sinne. Die Figuren im russischen Costüm.
Quast, Peter, 5 Bl. die Sinne. Bauernfiguren.
Ragot, F., 5 Bl. die Sinne n. Huret. Modische Frauen.
Reynolds, S. W., 5 Bl. die Sinne n. Dubuffe.
Rode, Ch. B. 5 Bl. die Sinne. Jugendliche Frauengestalten.
Sachtleven oder Safleeven, C., die Sinne. Groteske Figuren.
Sadeler, Raph., die 5 Sinne n. de Vos.
Saenredam, J., 5 Bl. die Sinne n. Goltzius. Gruppe von halben Figuren.
Schaeck, W., 5 Bl. die Sinne. Sitzende Frauengestalten.
Schenk, P., die fünf Sinne. In Bauerngruppen.
Derselbe, die fünf Sinne. Weibliche Kniestücke.
Schiavonetti, L., die fünf Sinne.
Smith, John, 5 Bl., die Sinne. Figuren.
Stalburch, die fünf Sinne n. de Vos. Allegorische Figuren.
Teniers, 5 Bl. die Sinne. Halbe Figuren.
Thelott, J. G., die fünf Sinne n. Baumgärtner.
Ulrich, H., die fünf Sinne. Weibliche Figuren.
Verkolje, J., 5 Bl. die Sinne.
Vliet, J. G., 5 Bl. die Sinne. Anschauliche Vorstellungen. So beispielsweise:

1. der Geschmack. Essende und trinkende Bauern nebst einer Kuchenbäckerin.
2. das Gehör. Musikanten.
3. der Geruch. Es bläst ein Mann einem Weibe Rauch ins Gesicht.
4. das Gefühl. Ein Bader verbindet das Bein.
5. das Gesicht. Lesen beim Lampenschein.

§. 22.

Die *Temperamente* sind in Wahrheit vorhanden, wenn auch nicht so scharf im Einzelnen ausgeprägt, wie die Schule sie schildert. Mit ihrer Kenntniss besitzt man, wie durch kein anderes Mittel, einen Maassstab des ganzen Menschen, seiner körperlichen Verfassung wie seiner Stimmung. Unter vier Begriffe das Characteristische aller Erdbewohner bringen zu können, ist ein solches Meisterstück des Verstandes, dass es erfunden werden müsste, wenn es nicht schon da wäre.

Ein fliegendes Blatt zeigt, nach den vier Complexionen, beim Sanguiniker,

Choleriker, Phlegmatiker und Melancholiker, die verschiedenen Wirkungen des Weins (Scheible a. a. O. S. 135).

Bolswert, Sch., der Streit der Magern mit den Fetten.

Fantuzzi, A., das cholerische Temperament. Ein wüthendes Weib mit dem Degen.

Hartung, die Temperamente beim Wein n. Hasenclever.

Holzer, Joh., die vier Temperamente n. Bergmüller.

Jode, Petrus, 4 Bl. die Temperamente n. Martin de Vos.

Lederer, H., 4 Bl. die Temperamente.

Müller, H., 4 Bl. die Temperamente n. Heemskerk.

Sadeler, Raph., 4 Bl. die Temperamente n. Martin de Vos. Durch Gruppen beider Geschlechter in schönen Landschaften dargestellt.

Solis, Virgilius, 4 Bl. die Temperamente. Durch sitzende Frauen mit Attributen vorgestellt.

§. 23.

Die *Leidenschaften*, wenn sie auch in mancher Beziehung Tadel verdienen, haben das Gute, dass sie den Künstlern das reichste Material für ihre Bildungen liefern. Aus diesem Born kann geschöpft werden, wenn es darauf ankömmt das Herz zu erfreuen oder zu erschüttern, gleichviel ob nach eigener Conception, oder nach geschichtlichen Thatsachen. Der Ausdruck der Leidenschaft ist das Wesentliche in den ergreifenden Darstellungen entzückender, aufopfernder Liebe, der bittersten Enttäuschungen, der schwersten Heimsuchungen und Schicksalsschläge durch die Elemente, Aufruhr und Krieg. In der Aufwallung wie in ihrer Zeichnung Maass zu halten ist ebenso schwer als verdienstlich.

Audran, G., 4 Bl. die Schlachten Alexanders n. le Brun.

Derselbe, der Zorn des Coriolan n. Poussin.

Bartolozzi, the Jealousy of Lord Dudley n. Cipriani.

Callot, J., der Kindermord.

Campagnola, Dom., der Kindermord.

Campanella, Ang., der Kindermord n. Raphael.

Caraglio, die Wuth n. Rossi (B. XV. p. 92. N. 58).

Carpi, Hugo da, der Kindermord n. Raphael.

Dawe, Ph., the Miser n. Holbein.

Dürer, die Eifersucht (B. 73).

Earlom, the Miser n. Mercier.
Edelinck, G., die Familie des überwundenen Darius vor Alexander n. le Brun.
Fantuzzi, A. gen. Antonio da Trento, die Leidenschaft n. Mazzola il Parmeggiano (B. XII. p. 133. N. 11).
Folo, G., der rasende Herkules.
Derselbe, der Bethlehemitische Kindermord.
Gaultier, L., das jüngste Gericht n. Michel Angelo.
Ghisi, G., Mantuano, 11 Bl. das jüngste Gericht n. Michel Angelo.
Hess, C. E. C., das jüngste Gericht n. Rubens.
Hörberg, P., das jüngste Gericht n. Kloecker von Ehrenstrahl.
Hogarth, W., 6 Bl. das Leben einer Buhlerin.
Derselbe, 8 Bl. das Leben eines Liederlichen.
Jackson, J. B., der Kindermord n. Tintoretto.
James, G. P. R., 16 Bl. the Passions.
Jazet, Eugen, das jüngste Gericht n. Gué.
Jode, Peter de, der Ältere, das jüngste Gericht n. J. Cousin.
Kininger, Achill auf Rache wegen Patroklus sinnend n. Füger.
Loir, A., der Kindermord n. le Brun.
Meister O. O. V. J. Ven., der von Leidenschaften Gepeinigte (Brulliot Dict. des Monogr. T. II. N. 2183).
Morghen, Raph., das Abendmahl n. Leonardo da Vinci.
Pencz, G., der Geiz. Aus der Folge der sieben Todsünden (B. VIII. p. 351. N. 99).
Pichler, Joh. P., der wüthende Herkules n. Dominichino.
Rota, Martin, das jüngste Gericht n. Michel Angelo.
Smith, J. R., Ezzelino, Graf von Ravenna, betrachtet seine Gattin Meduna, welche er aus Eifersucht getödtet n. Füssli.
Steinla, der Kindermord n. Raphael.
Suyderhoef, der Sturz der Verdammten n. Rubens.
Tardieu, N. H., der Zorn des Achill n. Coypel.
Thelott, J. G., die Leidenschaften.

§. 24.

Der *Schlaf*, als unbewusste Ruhe, gewährt an sich geringe Verschiedenheiten; nur nach dem Lebensalter, dem Charakter der Beschäftigung, der Gesundheit und Krankheit scheint eine Art von Fortsetzung des wachen Zustandes sich bemerklich zu machen. Man redet vom Schlafe des Gerechten, als ob dieser ein anderer wäre als der des Bösewichts.

Aubert, schlafende Venus n. Boucher.

Audouin, schlafende Nymphe n. Correggio.

Baillu, der eingeschlummerte Rinaldo wird von Armida mit Blumenkränzen geschmückt n. v. Dyck.

Bary, H., das beim Weintrinken eingeschafene Weib n. Mieris.

Böttger, J. G., La Fayette schlafend in seinem Gefängniss, dem der Genius von Amerika das Ende seines Schicksals ankündigt.

Brouwer, Adrian, der schlafende Bauer.

Burghmair, H., Venus zum schlafenden Merkur tretend (B. VII. p. 199. N. 1).

Burke, T., Cupido findet Aglaja schlafend n. Angelika Kauffmann.

Chodowiecki, Ziethen schlummernd an der Tafel Friedrichs II.

Cock, Hieron., der schlafende Herkules von einer Armee Pygmäen angefallen.

Cousins, H., La Siesta n. Winterhalter.

Dankerts, ein schlafender Mann, über den das Glück seine Gaben schüttet n. Spielberger.

David, Ch., die Weisheit erweckt einen schlafenden Mann.

Dawe, Ph., ein schlafendes Mädchen, welches ein Knabe weckt, indem er sie unter der Nase mit Faden kitzelt n. Morland.

Dietrich, der schlafende Schäfer.

Dyck, Daniel, Diana zum schlafenden Endymion.

Eichens, E., der schlafende Räuber n. Robert.

Falcone, A., eine junge schlafende Frau.

Gaillard, R., die eingeschlafenen Bacchanten n. Boucher.

Gandolfi, M., ein schlafender Amor.

Geiger, A., die schlafende Venus von einem Satyr in Gestalt eines Mönches belauscht n. Rubens.

Ghisi, G., der schlafende Silen n. Giulio Romano.

Hogarth, die schlafende Gemeinde.

Derselbe, die schlafenden Richter.

Hollar, der schlafende Herkules n. Parmeggiano.

Jacobs, E., der Schlaf n. Maier.

Janet-Lange, Chut! papa dort. Napoleon I. und der König von Rom.

Jardinier, C. D., das beim Stricken eingeschlafene Mädchen n. Greuze.

Jones, J., das schlafende Mädchen n. Reynolds.

Kohler, H., der eingeschlafene Schulmeister n. F. Schön.

Lairesse, G., Diana betrachtet den schlafenden Endymion.

Lange, J. C., La Siesta n. Cretius.

Langer, J. P., der Schlaf n. Dominichino.
Lapi, E., das schlafende Kind n. Albano.
Loli, L., der schlafende Amor.
Maier, der Schlaf n. Jacobs.
Mare, P. de, eine Schlafende n. Mieris.
Mauduit, schlafende Bauern n. Rembrandt.
Merica, P. oder Miricenus, der schlafende Krämer von kurzweiltreibenden Affen umgeben n. Breughel.
Meyer, Conrad, der sündhafte Schläfer.
Morghen, R., Parce somnum rumpere n. Tizian.
Ottley. W. Y., der schlafende Knabe.
Pomedello, G. M., die aus dem Schlafe erwachenden Weinleser.
Rembrandt, der schlafende Greis.
Derselbe, die schlafende Negerin.
Rosa, Salvator, der schlafende Krieger.
Schultze, C. G., die schlafende Bacchantin n. Lairesse.
Sharp, W., the children in the Wood. Zwei schlafende Kinder im Walde. n. Byrne.
Sixdeniers, A. V., ein junges schlafendes Weib n. Pagés.
Smith, John, ein schlafendes Weib n. Schalken.
Soutman, P., die schlafende Venus n. Tizian.
Strange, der schlafende Amor n. Guido Reni.
Derselbe, Parce somnum rumpere n. Maratti.
Suntach, der schlafende Philosoph n. Rembrandt.
Troost, Sara, das schlafende alte Weib n. Rembrandt.
Valck, G., das beim Strumpfstopfen eingeschlafene Weib n. Musscher.
Velde, Adrian v. d., der schlafende Hirt.
Willmann, Mich., die schlafende Alte.

§. 25.

Der *Traum*, wenn er in das Wachen übergeht, beschäftigt öfters den Kranken so sehr, dass dieser ihn dem Arzte mittheilt, als ob die Traumdeuterei ein Kapitel der Therapie wäre. Allerdings sind Störungen des Blutumlaufs und der Verdauung, sowie Aufregungen des Gemüths veranlassende Momente. In den griechischen Tempeln liess man absichtlich die Kranken träumen, in der Erwartung, dass die angeflehte Gottheit die zweckdienlichen

Mittel zu erkennen gebe. Es ist möglich, dass zuweilen insofern eine richtige Andeutung sich äussert, als während des Schlafes die Empfänglichkeit der Sinne nicht völlig aufgehoben ist und die geistige Thätigkeit auch ohne Selbstbewusstseyn zu wirken vermag.

Äusserst schöne Formschnitte enthält der zu Venedig 1499 erschienene Foliant: Hypnerotomachia Poliphili, worin der Verfasser, Franciscus Columna oder Colonna, das Leben und besonders die Liebe der Menschen als einen Traum vorführt. Wer der oder vielmehr die Künstler waren, ist mit Bestimmtheit nicht anzugeben. Nagler (Neues allgemeines Künstler-Lexicon. München 1849. B. 19. S. 484) vermuthet, dass Joh. Andr. Vavassore die trefflichen Arbeiten verfertigt habe. Es betheiligten sich jedoch ohne Zweifel mehrere dabei. Auf dem 10ten Blatte liegt unter einem Baume ein Träumender mit dem Monogramm .b. Dafür nimmt Nagler (die Monogrammisten. München. 1858. B. 1. S. 713) Giovanni Bellini. Die gleiche Ansicht ist ausgesprochen von Renouard Annales de l'imprimerie des Aldes. Paris. 1825. 2. éd. T. I. p. 51. Auf dem 37sten Blatte ist eine Träumende unter einem Zelte ohne Monogramm. Wer Blätter von Baccio Baldini gesehen hat, denkt unwillkührlich an diesen.

In der Schrift: „Ein schoner tractat darinnen begriffen ist die art unnd ursach der Träumes durch Alexander Sytz von Marpach. Landsshut. 1515. 4."

(Panzer Zus. S. 135. N. 830)findet sich unter dem Titel ein knieender Waldbruder.

Amsler, S., Joseph's Traumdeutung n. P. Cornelius.

Bannerman, Alex., Joseph legt die Träume von Pharaos Mundschenken und Oberbäcker aus n. Spagnoletto.

Beatrizet, N., Joseph legt seinen Brüdern die Träume aus n. Raphael.

Bos, J., Jacob im Traume bei der Himmelsleiter. Aus den Loggien des Raphael.

Bouillard, J., der Traum der Poliphyla n. le Sueur.

Carpi, Ugo da, Traum Jacobs von der himmlischen Leiter n. Raphael.

Decker, der Traum n. Amling.

Dürer, Albrecht, der hinter dem Ofen Träumende.

Eredi, Bened., Joseph's Traum n. Cignani. Der Engel verheisst ihm die Geburt des Heilands.

Fickert, der Traum der heiligen drei Könige n. Begas.

Fratrel, J., der Traum Joseph's n. Krahe.

Ghisi, G., der Traum des Raphael n. Luca Penni.

Grebber, P., Joseph legt im Gefängnisse die Träume aus.

Gruner, L., der Traum des Ritters n. Raphael.
Haughton, M., Eva's Traum n. Füssli.
Lairesse, Gerard, die Träume, welche einen Schlafenden ängstigen.
Leyden, L. v., Joseph erzählt seinem Vater Jacob den Traum.
Derselbe, Joseph im Gefängnisse erklärt die Träume.
Derselbe, Joseph legt dem Pharao den Traum aus.
Luchese, M. L. M., der Traum des Menschen n. Michel Angelo.
Morel, A. A., der Traum des Joseph n. Mieris.
Nicholas, W., the happy dream n. Steward.
Ollmütz, Wenzel von, der hinter dem Ofen Träumende n. Dürer.
Raimondi, Marc. Anton, der Traum Raphaels n. Francia oder Giorgione.
Rasp, der Traum Jacobs mit der Himmelsleiter n. Mietzsch.
Rembrandt, Joseph seine Träume erzählend.
Rugendas, G. Ph., Jacobs Traum.
Schröder, Carl, Joseph seinem Vater den Traum erzählend n. Eckhout.
Schroeder, Friedrich, der Traum n. Michel Angelo.
Schrödter, Adolph, der Traum von der Flasche.
Stäbli, der Traum n. Schwind. Ein Gefangener sieht Kobolte zu seiner Befreiung beschäftigt.
Steen, Fr., der Traum des menschlichen Lebens n. Michel Angelo.
Thäter, J. C., der Traum des Agamemnon n. Cornelius.
Tzetter, S., der Träumende n. Dürer.
Willmore, J. T., Byron's Dream n. Eastlake.
Wilson, Rich., das träumende Mädchen n. Faber.
Woeiriot, P., Joseph deutet dem Pharao die Träume.

§. 26.

Die *Schlaflosigkeit*, zumal in Verbindung mit zunehmender Abmagerung, kann für ein Symptom eines Herzleidens gehalten werden. Es frägt sich nur, ob der Arzt dasselbe im wirklichen oder allegorischen Sinne auffasst.

Bonnet, L., l'insomnie amoureuse, n. Lagrénée.

Das *Schlafwandeln* kann die Folge seyn sehr lebhafter Träume, namentlich bei hellen Nächten, weswegen es auch Mondsucht heisst, aber auch unruhiger, gewaltsam wirkender, Vorstellungen und eines erschütterten Seelenlebens.

Brucker, Lady Macbeth schlafwandelnd n. Cornelius.

Der *Alp*, die Angst im Schlafe mit dem Unvermögen einer freien Bewegung der Gliedmassen, kann, wenn häufig wiederkehrend, den Grund zur Gespensterfurcht legen, obgleich die Ursache blos in einer unzweckmässigen Körperlage oder in Nahrungsmitteln, welche viele Gasarten entwickeln, zu suchen ist. Unrichtige Begriffe und Vorurtheile sind die Eltern des Aberglaubens.

Burke, T., the nightmare n. Füssly.

Falckeisen, Th., der Alp n. Füssly.

Lannede, the nightmare n. Füssly.

Raddon, the nightmare n. Füssly.

§. 27.

Die *Ohnmacht* wirkt auf die Umgebung nicht selten als erschütternde Macht durch das Mitleid mit dem anscheinend erlöschenden Leben.

Andreani, die ohnmächtige Jungfrau in den Armen der Martha n. Raphael Motta da Reggio.

Bonajuti, J., die ohnmächtige Catharina von Siena in den Armen ihrer Ordensschwestern n. Bazzi.

Bonasone, J., die ohnmächtige Mutter Gottes in den Armen der heiligen Frauen n. Raphael.

Borcht, Hendrik, Maria in Ohnmacht n. Franco.

Aubry le Comte, eine ohnmächtige Pilgerin n. Bonnefond.

Lasinio, die ohnmächtige Catharina von Siena n. Ant. Razzi gen. Sodomo.

Maloeuvre, P., der Arzt bei einer ohnmächtigen Frau n. Mieris.

Mettenleiter, J. M., Georg von Freundsberg sinkt ohnmächtig vor seinem rebellischen Heere nieder.

Panneels, W., die Ohnmacht der Esther n. Rubens.

Pesne, J., Esther vor Ahasverus Thron ohnmächtig in den Armen ihrer Dienerinnen n. Poussin.

Strange, die Ohnmacht der Esther n. Guercino.

Strixner, J. N., eine Frau in Ohnmacht n. Mieris.

Der *Scheintod* ist der höchste Grad der Ohnmacht. Das äussere Ansehen des davon Befallenen gleicht vollkommen einem Todten und ein solcher Zustand des unterdrückten Lebens kann selbst viele Stunden anhalten.

Audran, Johann, die Auferweckung des Lazarus n. Jouvenet.

Brinkman, P. H., die Auferweckung des Lazarus n. Rembrand.

Burke, Thomas, Penelope erweckt die Euryclea mit der Nachricht von Ulysses Rückkunft n. Angelica Kauffmann.

Bye, Jacob de, die Erweckung des Lazarus n. de Vos.
Castiglione, Salvator, die Auferweckung des Lazarus.
Courtois, W., die Auferweckung des Lazarus n. Tintoretto.
Dietrich, die Auferweckung des Lazarus.
Duchange, K., die Auferweckung des Jünglings zu Nain n. Jouvenet.
Franco, Joh. B., gen. Semoleo, die Auferweckung des Lazarus n. Raphael.
Jackson, J. B., die Auferweckung des Lazarus n. Bassano.
Koch, Joh. Karl, die Erweckung von Jairi's Töchterlein n. Overbeck.
Livens, Joh., die Auferweckung des Lazarus.
Moreau, L., der Heiland erweckt die Tochter des Jair n. de la Fosse.
Müller, Joh., die Erweckung des Lazarus n. Abr. Bloemaert.
Rembrandt, die Auferweckung des Lazarus.
Somer, Paul, die Erweckung des Lazarus.
Vendramini, Joh., die Auferweckung des Lazarus n. M. Angelo, vollendet von Seb. del Piombo.

§. 28.

Der *Schmerz* kann, in physicher Hinsicht, wie die Schuld in moralischer, der Übel grösstes genannt werden. Die vielen anästhetischen Mittel gegen die Eingriffe der Seele und des Körpers versprechen mehr als sie halten. Auch beim Schmerz zeigt sich die Macht der Einfachheit. Die stille Grösse des Schmerzenmanns und der Schmerzenmutter rufen eine tiefere Rührung hervor, als die noch so ausgesuchten Marterscenen.

Audenaerd, R., die Marter des heiligen Blasius n. Maratti.
Audran, Gerard, die Marter des heiligen Protasius n. le Sueur.
Derselbe, die Marter des heiligen Laurentius n. le Sueur.
Baldung, Hans, genannt Grün, der Schmerzensmann.
Barbieri, Dominicus, die Steinigung des heiligen Stephanus.
Baudet, St., die Steinigung des heiligen Stephanus n. Poussin.
Bervic, Laocoon.
Bettini, P., die Marter des heiligen Sebastian n. Ciambelli.
Birckhart, A., der Martertod von 40 Portugiesischen Jesuiten. n. Bourguignon.
Boivin, R., die Marter der heiligen Felicitas n. Raphael.
Bolswert, Boetius, die Marter des heiligen Stephanus n. Coninxlo.
Bolswert, Scheltius, die Dornenkrönung n. van Dyck.
Derselbe, die Martern der japanischen Heiligen n. Diepenbeck.

Callot, die 23 gekreuzigten Märtyrer in Japan.
Derselbe, 16 Bl. die Martern der Apostel.
Caraglio, J. J., die Marter des heiligen Petrus und Paulus n. Parmeggiano.
Carracci, Augustin, die Marter der heiligen Justina n. Paul Veronese.
Derselbe, der Schmerzensmann n. Correggio.
Caukerken, die Marter des heiligen Livenius n. Rubens.
Doo, Ecce homo n. Correggio.
Dürer, Albrecht, der Schmerzensmann.
Duvet, die Marter des heiligen Johann Evangelist.
Folo, die Geisslung des Apostels Andreas n. Dominichino.
Franco, genannt Semoleo, die Geisslung n. Titian.
Gherardi, 6 Bl. die Marter der heiligen Martina.
Grundmann, F., Mutterschmerz n. Meyerheim.
Ghisi, G., die Schmerzensmutter.
Haecht, W., die Martern der 12000 Jungfrauen n. Ludw. Carracci.
Hess, C. E. C., das jüngste Gericht n. Rubens.
Hogarth, W., 4 Bl. the Stages of Cruelty.
Lorenzini, die Marter der heiligen Ursula n. Pasinelli.
Luycken, Joh., 105 Bl. Théâtre des martyrs depuis la mort de Jesus Christ.
Marinus, Ign., die Marter der heiligen Apollonia, welcher die Zähne ausgebrochen werden n. Jordaens.
Mercati, G. B., die Marter von vier Heiligen.
Merz, C. H., das jüngste Gericht n. Cornelius.
Moreau, J. M., die Rache Fulberts an Abälard.
Nanteuil, Robert, Mater dolorosa n. Guido Reni.
Neefs, J., Marter des heiligen Livinus n. Rubens.
Oury, Ch., la voie des douleurs n. Furich.
Passari, B., 15 Bl. die Marter der heiligen Cäcilie mit ihren Gefährtinnen.
Picot, V. M., der Schmerz.
Piroli, T., 17 Bl. das jüngste Gericht n. Michel Angelo.
Raimondi, Marc Anton, die Marter des heiligen Laurentius n. Raphael.
Rosa, Salvator, die Marter des Regulus zu Carthago.
Rullmann, die Qualen der Danaiden im Orkus.
Testa, P., das schmerzenleidende Weib.

Die *Verwundung* wird gefürchtet nicht blos wegen des Schmerzes, sondern auch wegen der Blutung; als ob Jedermann das Wort der Bibel wüsste, dass des Menschen Leben in seinem Blute sey.

Audouin, P., Venus zieht einen Dorn aus ihrem Fusse n. Raphael.
Bary, Jacob, der verwundete Philoctet.
Bartolozzi, Fr., Prometheus vom Geier zerrissen n. Michel Angelo.
Derselbe, die Beschneidung n. Guercino.
Beatrizet, Nic., Titius vom Geier zerrissen.
Beljambe, la Circoncision n. Bellini.
Bonasone, der verwundete Scipio n. Caravaggio.
Briccio, Fr., die Beschneidung.
Broeck, C., die Beschneidung.
Carracci, Aug., der verwundete Tancred n. Castelli.
Cort, Corn., Prometheus vom Geier angefressen n. Titian.
Courtois, J. gen. Bourguignon, das Aufsuchen der Blessirten.
Demarteau, Lykurg in einem Aufstand verwundet n. Cochin.
Diacre, der verwundete Aeneas n. Lafosse.
Le Febre, der heilige Antonius dem Verwundeten Beistand leistend.
Goltzius, H., die Beschneidung.
Green, Amor durch eine Biene verwundet n. West.
Hallé, Noel, ein am Fuss verwundeter Held im Zelte verbunden.
Jazet, J., verwundeter polnischer Officier n. Cogniet.
Lempereur, die verwundete Chlorinde n. Guercino.
Lepicié, B., die Beschneidung n. Julio Romano.
Leu, Th. de, Prometheus vom Geier angefressen n. Titian.
Martino, auch Sammartino, Apollo, welcher den Marsyas schindet.
Miele, J., ein italienischer Hirt zieht sich einen Dorn aus dem Fusse.
Müller, Johann, ein junger Faun sitzend, welcher sich von einem Satyr mit der Brille einen Dorn aus dem Fusse ziehen lässt n. Spranger.
Panderen, E., die Beschneidung n. Vinson.
Perret, P., die Beschneidung n. Witouck.
Poilly, F., ein verwundeter Krieger wird von einem andern gehalten n. Nic. Poilly.
Prestel, J. G., der verwundete Bauer n. Ostade.
Raimbach, A., the cut finger n. Wilkie. Die Grosmutter verbindet dem Knaben den Finger.
Ravenna, Marco Dente da, Venus zieht sich einen Dorn aus dem Fusse n. Raphael.
Rembrandt, die Beschneidung.
Rosaspina, Fr., Philoctet ruhend, lüftet den Verband seiner Wunde n. Barry.

Schiavonetti, Ludwig, der Sultan Tippo Saib wird tödtlich verwundet unter dem Thore der Festung n. Singleton.

Stadler, J., der Verwundete n. Tremmel.

Teniers, der verwundete Bauer hebt das Pflaster von der Hand.

Tischler, A., le Duelliste blessé n. Dow.

Voet, Alex., Seneca im Gefässe stehend, wo man ihn verbluten lässt n. Rubens.

Wittmann, A., der Abschied von dem tödtlich verwundeten Kameraden n. Dietz.

Wolf, U. L. F., ein verwundeter römischer Krieger.

Der *Invalide* wird als ein solcher gedacht, der durch eine Verletzung behindert wird, die nöthigen körperlichen Verrichtungen vorzunehmen, ob man gleich auch ohne Schlachten, auf einem anderen Felde, hospitalfähig werden kann.

Burnet, J., die Pensionäre von Chelsea n. Wilkie. Die Invaliden lesen in der Zeitung den Bericht über die Schlacht von Waterloo.

Derselbe, Die Pensionäre von Greenwich n. Wilkie. Erinnerung an die Schlacht von Trafalgar.

Enhuber, K., der Invalide und sein Enkel.

Klein, Johann Adam, der Invalide.

Rembrandt, der Stelzfuss.

Simonsen, N., der invalide Matrose.

§. 29.

Die *Verbrennung*, eine Verwundung, die statt Blut Wasser hervorbringt, kömmt sowohl zufällig als auch freiwillig und gewaltsam vor. Verzweifelnde Liebe, aber auch Hass und Rache, besonders jedoch ein scheuslicher religiöser Fanatismus haben oft dazu die Brandfackel geboten.

Albani, Franz, Dido auf dem Scheiterhaufen.

Balestra, Joh., Dido auf dem Scheiterhaufen n. Guercino.

Danzel, J., Creuse brulée par la Robe qu'elle vient de recevoir de Medée n. de Troy.

Diamantini, Jos., Dido auf dem Scheiterhaufen.

Heckius, A., die Männer im feurigen Ofen.

Heylbrouck, Dido auf dem Scheiterhaufen n. Bourdon.

Hopfer, Hieron., die heilige Afra an eine Säule gefesselt, stehend auf einer Gluthpfanne.

Lallemand, George, ein französischer Bauer verbrennt sich bei der Suppe den Mund.

Peregrini, Stephan, Mutius Scaevola.

Pond, Arthur, Mutius Scaevola hält die Hand ins Feuer n. Caravaggio.

Pool, M., die drei Männer im feurigen Ofen n. Picart.

Raimondi, Marc. Anton, der heilige Laurentius auf dem Rost n. Bandinelli.

Ratti, G. A., Phalaris lässt den Perillus im ehernen Ofen braten.

Rode, C. B., Huss auf dem Scheiterhaufen.

Ruggieri, G., Mutius Scaevola die Rechte über die Glutpfanne haltend.

Schmutzer, J., Mutius Scaevola verbrennt sich im Zelte des Porsenna die rechte Hand n. Rubens.

Testa, J. C. Dido auf dem Scheiterhaufen sterbend.

Woeriot, P., der Tyrann Phalaris lässt den Perillus in den glühenden Stier werfen n. Peruzzi von Siena

Derselbe, Asdrubal's Gattin verbrennt sich mit ihren beiden Kindern n. Peruzzi von Siena.

Zanetti, A. M., Mutius Scaevola, wie er die Hand über das Feuer hält.

Der *Blitzschlag* erinnert öfters an die ursprünglichen noch nicht gebändigten Naturgewalten.

Martinet, Alph., der vom Blitz erschlagene Schäfer n. Becker.

Unger, J. F. G., ein Mädchen unter einem Baum vom Blitz erschlagen.

§. 29.

Die *Erblindung* ist ein so grosses Unglück, dass die Befreiung davon als Wunder erscheint. Aus der immer dauernden Nacht in die Welt des Lichts und der Farbe versetzt zu werden ist eine Erlösung, wie die Erde kaum eine höhere offenbart. Selbst aber jede Erleichterung des Sehens zur Verbesserung des Erkennens in der Nähe oder Ferne ist eine Wohlthat, die nicht dankbar genug empfunden werden kann.

Brillen sieht man bei Männern und Frauen auf den frühesten Holzschnitten und Kupferstichen. Der Gebraueh derselben muss ein so herkömmlicher gewesen seyn, dass die Künstler keinen Anstand nahmen sie bei merkwürdigen Personen der Vorzeit, z. B. beim barmherzigen Samariter (Aldegrever), beim heiligen Joseph (Cornelius Bloemaert, die heilige Familie mit der Brille n. Annibal Caracci , beim Apostel Matthäus (Israel van Meckenen) u. s. w., anzubringen.

Sie verfuhren in Betreff historischer Genauigkeit ebenso, wie bei den Bildern von der Einnahme von Troja, wo Kanonen eine Rolle spielen.

Ihre Vertheidigung könnte der unternehmen, welcher zu beweisen vermöchte, dass der Minnesänger des 13ten Jahrhunderts, welcher von den Hülfsmitteln des Sehens spricht, darunter Brillen verstehe. Unter dem Namen des alten Meissner finden sich in der Sammlung der Minnesänger Th. 2. S. 224. Sp. b. nach der Ausgabe von v. d. Hagen nachstehende Verse, welche in der Übersetzung folgendermassen lauten:

> Wenn uns das Alter das Gesicht zu sehr verdunkelt, so dass wir die edele Schrift nicht gut mehr sehen können, so nehmen wir unsere Zuflucht zu einem hellen klaren *Spiegel*, der uns die Schrift deutlich und sichtbar machen kann, wenn wir sie durch ihn ansehen.

Der Tanz der Blinden, nemlich derjenigen, welche durch Liebe oder Glück blind, nicht bedenken, dass ihr Treiben oft unerwartet endet, ist wiederholt in Bild und Buch vorgeführt worden. M. vergl. G. Peignot Recherches historiques et litteraires sur les Danses des Morts. Dijon et Paris. 1826. 8. p. 135 etc.: la Danse aux Aveugles.

Auf einem alten Silbergefäss, welches man in einem Grabe zu Rom fand, ist Christus dargestellt, wie er seine Hand auf das Auge eines Blinden hält. S.: Mamachii Originum et Antiquitatum Christianarum T. V. P. I. Romae. 1755. fol. p. 520.

Im Dictionnaire des Sciences médicales. Paris. 1818. T. 29. p. 211 wird unter dem Artikel „Lunette“ als Beweis des Alters der Brillen das Gemälde von Louis Sigoli [richtiger Cardi] „die Beschneidung des Kindes Jesu“ angeführt, weil der, welcher die Operation vornimmt, eine Brille trägt; allein da dieser Maler 1556 geboren wurde und 1613 starb, so können weit frühere Zeugnisse, und zwar auf deutschen Bildern, beigebracht werden. Schon auf dem herrlichen Blatte von Martin Schön [geb. 1420 + 1488 oder 1499] „Tod der Maria“ hält der eine der knieenden Apostel seine Brille auf das Buch des andern.

In Nürnberg waren schon 1482 Brillenmacher (C. G. von Murr Beschreibung der vornehmsten Merkwürdigkeiten in der Reichsstadt Nürnberg. 2te Ausg. Nürnberg. 1800. S. 700).

Die Entdeckung wird jedoch den Italienern zugeschrieben, dem Mönch Alex. de Spina aus Pisa [† 1313] oder dem Florentiner Edelmann Salviano degli Armati [† 1317]. M. vergl. Dictionnaire de Trevoux. Paris. 1743. fol. T. IV. p. 410; — A. G. Kästner Vollständiger Lehrbegriff der Optik nach Robert Smith. Altenburg. 1755. 4. S. 377; — E. Wilde, Geschichte der Optik. Th. 1. S. 95. Berlin. 1838. 8.

Unter den Miniaturen des Pergamentcodex von Nicolao da Reggio, einer latei-

nischen Uebersetzung mehrerer Schriften des Galens, findet sich eine mit einem geistlich gekleideten Mann, der eine Brille versucht. Choulant, welcher diese Mittheilung gab (in Naumanns Archiv für die zeichnenden Künste. Leipzig. 1856. Jahrg. 2. S. 270. Bl. 128), sagt (S. 264): „Die Handschrift ist im Anfange des XV. Jahrhunderts in den Niederlanden, vielleicht zu Brüssel, geschrieben."

Auf einem fliegenden Blatt beschwert sich ein Brillenmacher, dass mit diesem Geschäft nichts mehr zu verdienen sey, indem so Viele sie verfertigen und verkaufen (Scheible a. O. S. 169).

Der Brillenmacher ist abgebildet von Jost Amman in H. Schopperi Omnium illiberalium artium genera. Francofurti. 1568. 8.

Alet, J. C., Ananias heilt den blinden Paulus n. Cortona.

Barry, J., der blinde Dichter Milton sein Gedicht dictirend.

Binck, Jacob, ein Kind führt einen Blinden.

Boissieu, J. de, der blinde Musikus.

Bos, C., die Erblindung des Elymas.

Burnet, Joh., der blinde Violinspieler n. Wilkie.

Carracci, Aug., die heilige Lucia, mit der Linken ihre Augen haltend.

Chasteau, G., Ananias heilt den blinden Paulus n. Cortona.

Dennel, L., Tiresias aveuglé n. Lagrenée.

Desnoyers, Belisar. Der blinde Feldherr mit dem von einer Natter verwundeten Knaben an einem Abgrund n. Gérard.

Dien, C. M. F., der blinde Homer von einem Knaben geleitet n. Blondel.

Dieterich, ein blinder sitzender Bettler mit einem Krug.

Derselbe, der blinde bettelnde Krieger.

Dorigny, N., Elymas mit Blindheit geschlagen n. Raphael.

Duchange, der junge Tobias heilt seinen blinden Vater n. A. Coypel.

Earlom, die Heilung des Blindgebornen. n. H. Carracci.

Facini, P., ein blinder Bettler von seinem Hunde geführt n. A. Carracci.

Fontana, P., Christus den Blindgebornen heilend. Der Blinde als Musikus n. Lud. Carracci.

Frey, J., S. Franciscus de Paula macht ein Kind sehend n. Lamberti.

Garnier, Fr., les aveugles de Jéricho n. Poussin.

Gaugain, Th., die junge Blinde in der Gegend von Rom n. Northcote.

Gerard, F., der geblendete Belisar n. Schöninger.

Groot, J. de, Tobias wird sehend n. Rembrandt.

Haecht, W., die blinden Hirten.

Höchle, J. B., eine blinde Alte.

Holloway, Elymas mit Blindheit geschlagen n. Raphael.
Jacobé, Joh., Simson den Philistern überliefert wird geblendet n. Rembrandt.
Lautensack, H. S., der Blinde von Jericho durch Christus geheilt.
Lips, Joh. Jac., die Heilung des Blindgebornen n. Langer.
Londerseel, Joh., Christus heilt einen Blinden n. Coninxloo.
Marcenay, Tobie recouvrant la Vue n. Rembrandt.
Massard, J. B. R., der blinde Homer n. Gérard.
Matsys, C., die Blinden.
Morel, A. A., der geblendete Oedipus, von zwei Töchtern begleitet, sitzt vor dem Tempel zu Eleusis, wo ihn Theseus findet n. Giraud.
Musis (Agostino Veneziano) Elymas mit Blindheit geschlagen n. Raphael.
Noël, A. L., der blinde Milton dictirt sein verlornes Paradies n. Decaisne.
Pollard, R., der Blinde von Bendwall-Green.
Rahl, C. H., der blinde Belisar n. Wächter.
Rembrandt, der blinde Tobias.
Derselbe, der blinde Geiger.
Richter, L., der blinde Dorfgeiger n. Hantzsch.
Rosex, N., die heilige Lucia, die Tasse mit dem Menschenauge haltend.
Scheits, Matth., ein blinder spielender Greis.
Scotin, G., der blinde Belisar n. van Dyck.
Sigrist, Fr., Tobias macht seinen Vater wieder sehend.
Smith, E., the blind Fidler n. Wilkie.
Smith, G., the Blind leading the Blind n. Robusti.
Surugue, P. L, der Blinde n. Chardin.
Traut, W., ein blinder Mann neben einer Frau sitzend n. Villamena.
Trouvain, Heilung des Blindgebornen n. Coypel.
Villamena, Fr., ein blinder Eremit mit dem Stocke.
Weisbrod, C., der Blinde n. Miele.
Whessell, J., the blind Hermit n. Stothard.
Wille, Joh. G., 2 blinde Bettler, die um Almosen zu bekommen, einander die Hüte entgegen halten.
Wilson, J., die Heilung des blinden Tobias.
Young, Inigo, die Heilung des Blindgebornen n. Richter.
Young, Jacob, Tobit restored to sight n. West.
Zoffani (Zauffaly), Simson wird geblendet.

Die *Taubheit* isolirt den Menschen.

Wilkie, David, der taube Richter.

Die *Stummheit*, selbst wenn mit Taubheit verbunden, legt das beredteste Zeugniss ab von der Macht des Unterrichts.

Rembrandt, Lazarus Klap oder der stumme Bettler.

§. 31.

Das *Ertrinken* fürchten die am wenigsten, welche ihm am meisten ausgesetzt sind. Fast sollte man glauben, dass das Element des Wassers mehr Muth einflösse, als die Aufregung durch den Wein.

Andreani, A., die Sündfluth n. Titian.

Derselbe, Untergang des Pharaonischen Heeres n. Titian.

Boldrini, N., die Sündfluth n. Titian.

Caylus und le Sueur, die Aegypter ertrinken im rothen Meer n. Penni il Fattore.

Edelinck, Johann, die Sündfluth n. Turche.

Feckert, G., der ertrunkene Sohn des Fischers n. Ritter. An dem Knaben wurden vergebliche Wiederbelebungsversuche vorgenommen.

Gaugain, Th., der Tod des Prinzen Leopold von Braunschweig n. Northcote.

Heath, Jacob, the drowned Fisherman n. Westall.

Laurent, Peter, der Vater, die Sündfluth n. Poussin.

Lorch, M., die Sündfluth.

Lucas, le Déluge n. Martin.

Perdrieaux, der Tod des Prinzen Leopold von Braunschweig in der Oder n. Northcote.

Persyn, der ertrunkene Leander von Nereiden und Najaden an das Ufer getragen n. Sandrart.

Pollard, R., die Verunglückung im Wasser n. Smirke.

Derselbe, Wiederherstellung eines im Wasser verunglückten Jünglings. Der Humane Society gewidmet.

Quilley, J. P., die Sündfluth n. Turner.

Schott, J. S., ein Mönch zieht ein Kind aus dem Brunnen.

Staaren, Dirk van, die Sündfluth.

Vernet, H., der Tod des Fürsten Poniatowski in der Elster.

Vorstermann, Lukas, der Ältere, die Amazonenschlacht auf der Brücke von Troja n. Rubens.

Das *Ersticken* entsteht aus demselben Grund wie das Ertrinken, indem die Lunge keine Luft erhält. Vornehm geschieht dieses durch die seidene Schnur.

Dolivar, J., l'étranglement du grand Vesir n. d'Aigremont.

Miger, C. S., Hercule étouffant Antée n. Verdot.

Seghers, C., ein gehängter Maler neben der Staffelei.

Beim *Verschüttetwerden* durch Schnee kommt öfters Hülfe von abgerichteten Hunden. Die frommen Väter auf den Alpen, welche diesen Unterricht ertheilen, verdienen Unterstützung und Dank.

Landseer, J., Alpine mastiffs n. E. Landseer. Hunde vom St. Gotthard retten verunglückte Reisende.

Das *Verhungern* erfolgt um so früher, je jünger der Mensch ist. Wie die Noth in der Verzweiflung Rettung sucht, treibt oft der Hunger vor der Auflösung zur Wuth an.

Dieterich, die Hungersnoth (Linck N. 34)

Dixon, J., Ugolino mit seinen Söhnen im Hungerthurme n. Reynolds.

Ferreri, Caesar, Ugolino von seinen sterbenden Kindern umgeben n. Diotti.

Hainzelmann, Johann, die Israeliten sammeln das Manna n. Poussin.

Raimbach, A., Ugolino mit seinen Kindern erleiden den Hungertod n. Reynolds.

Sequeira, D. A., Ugolino und seine Söhne dem Hungertode erliegend.

Schubert, Franz, die Speisung der Israeliten in der Wüste durch Manna und Wachteln.

Vascellini, Ugolino della Gherardesca von Pisa stirbt mit seinen Kindern den Hungertod.

Das *Verdursten* ist eine grössere Qual, als das Verhungern, und da in der ersten Lebenszeit der Durst die Stelle des Hungers vertritt, so werden Kinder beim Mangel flüssiger Nahrung rasch hinweggerafft.

Esteve, Don Rafael, Moses tränkt sein Volk an dem Felsen n. Murillo.

Franco, Joh. B. gen. Semoleo, Moses schlägt an den Felsen und tränkt sein dürstendes Volk.

Stella, Claudine, Moses schlägt Wasser aus dem Felsen und tränkt sein dürstendes Volk n. Poussin.

§. 32.

Die *Vergiftung* zeigt, wie es Substanzen giebt, welche der Manifestation des Lebens geradezu entgegengesetzt sind. Die Gifte verhalten sich als Diener und Werkzeuge des Todes, und wenn sie, ausnahmsweise, im guten Sinne gebraucht werden, so ist ihre Natur und Abstammung nie zu vergessen.

Beham, Barth., Cleopatra lässt sich von einer Schlange in die Brust stechen.
Bertelli, L., das israelitische Volk wird von Schlangen geplagt n. Mich. Angelo.
Coypel, Anton, die Giftmischerin la Voisin als Medaillon vom Satan gehalten mit der Unterschrift: Je fus du genre humain la mortelle ennemie.
Danzel, H., Socrates, nachdem er den Giftbecher getrunken, hält an seine Freunde eine Rede n. Sané.
Duvet, Jean, Gift und Gegengift (Bartsch VII. p. 515. N. 44).
Emminger, Socrates Tod n. Wächter.
Francia, G., Cleopatra mit der Schlange.
Hirschvogel, Aug., Cleopatra giebt sich mit der Schlange den Tod.
Lefman, Une femme piquée par un serpent n. Clésinger.
Massard, Joh. B., Socrates, von seinen Schülern und Freunden umgeben, ergreift den ihm gereichten Giftbecher n. David.
Pencz, G., Sophonisbe nimmt das Gift, welches Massinissa überschickt.
Peyron, J. F. P., Socrates im Begriffe den Giftbecher zu leeren.
Ravenna, Marcus de, Laocoon und seine Söhne am Meeresgestade von den beiden Schlangen umstrickt.
Rode, J. H., ein Neger saugt einem Europäer das Schlangengift aus der Wunde.
Ryland, Eleonora saugt das Gift aus der Wunde ihres Gemals, des Königs Eduard n. Angelika Kauffmann.
Sandrart, Joachim, Sophonisbe, welcher ein Soldat den Giftbecher reicht.
Derselbe, Cleopatra, welche sich die Schlange an die Brust setzt n. Rauchmüller.
Spilsbury, Inigo, Sophonisbe entdeckt den Giftbecher, welchen ihr ihr Gemahl sendet n. Angelika Kauffmann.
Venenti, G. C., Mithridates nimmt den Giftbecher n. Canuti.
Wagenbauer, M. J., 6 Bl. Aesculap's Hahn und Amors vergiftete Fackel.

§. 33.

Die *Geisteskrankheit*, wenn in Wahrheit vorhanden, verdient das tiefste Mitleid und die aufopferndste Sorgfalt; allein nicht Jeder, den man für melancholisch ausgibt, leidet an Schwermuth, und nicht Jeder, den man für närrisch hält, ist ein Verrückter. Die Hof- und Schalksnarren waren kluge Leute und nicht mit Unrecht wurde ihr Lob gesungen. Die Fastnachtsnarren nehmen es mit den Verständigsten auf. Die Hexen spielen in ihrer mannigfachen Verkleidung eine gefährlichere Rolle als auf dem Blocksberg. Die Visionen, Ekstasen, Verzückungen sind fast ganz ausser Mode gekommen. Ei-

ner, der den Teufel im Leibe hat, wird durch den Exorcismus nicht curirt. Die neuere Zeit hat keine Leidende so barmherzig behandelt, wie die Gemüthskranken; ihnen sind die Ketten abgenommen.

Über die Art und Weise, wie das Austreiben der bösen Geister in der ersten Zeit des Christenthums vorgenommen wurde, finden sich, nach einem Monumente, Erläuterungen und Abbildungen bei Paciaudi de sacris Christianorum Balneis. Romae. 1758. 4. p. 145 und dazu Tab. III.

Den Exorcismus findet man dargestellt in der Schrift von 1489. 4. „Von den unholdi oder hexen" (Panzer, Annalen der älteren deutschen Literatur I. S. 180. N. 278).

In dem interessanten Buche von Ulrich Molitor de lamiis et pythonicis mulieribus. Constantia 1489. 4. (s. meine Abhandlung: Über die Verdienste der Aerzte um das Verschwinden der dämonischen Krankheiten. Göttingen. 1859. 4. S. 39) sind sehenswerthe Holzschnitte in Betreff des Hexenglaubens. In meiner so eben erwähnten Abhandlung machte ich auch aufmerksam (S. 10) auf eine Abbildung der Hexenwage oder Wasserprobe.

Aliamet, J., Depart pour le Sabbat n. Teniers. Eine Hexe braut den höllischen Trank, rechts die Ausfahrt der Hexen.

Ammann, Jost, die Vision des heiligen Johannes.

Ardell, J. M., Madness. Eine Kranke in Ketten.

Baldung, Hans, genannt Grün, die Hexen.

Baroccio, Fr., der heilige Franciscus in Entzücken.

Beham, Barthol., die drei Hexen.

Beham, H. S., der Narr u. die Badenden.

Derselbe, die Melancholie.

Blyth, R., Nebucadnezar erlangt seine Vernunft wieder n. Mortimer.

Brebiette, P., ein Bischoff heilt einen Besessenen n. Paul Veronese.

Brookshaw, R., die Zauberin n. Murray.

Brun, Franz, die Melancholie.

Derselbe, die Hexe.

Bruyn, Nic., das Gesicht Ezechiels von der Auferstehung der Todten.

Callot, J., ein Mädchen durch einen Heiligen vom bösen Geist geheilt n. Boscoli.

Cantarini, il Pesarese, St. Benedict heilt einen Besessenen n. L. Carracci.

Caronni, P., die Vision des Ezechiel n. Raphael.

Carracci, Agostino, St. Franciscus in Ekstase n. Vanni.

Castiglione, G. M., die Melancholie.

Caylus, die Zauberer und Hexen im Tanze n. Gillot.

Chodowiecki, 12 Bl. zum Centifolium Stultorum.
Derselbe, Peter Hans Joseph Gassner exorcirt ein Mädchen.
Dickinson, W., Madness. Ein angekettetes Weib n. Pine.
Drevet, P. J., St. Theresa in Ekstase n. Lingre.
Dürer, Albrecht, die Melancholie.
Derselbe, die Hexe.
Derselbe, vier Hexen in einer Kammer. Daneben der Teufel in Flammen.
Earlom, die aus der Unterwelt heraufsteigende Zauberin n. Teniers.
Eichens, Fr. E., die Vision des Hesekiel n. Raphael.
Fabri, M. A., der heil. Benedict heilt einen Besessenen n. Lud. Carracci.
Fenderle, C., die Hexenküche n. Hailer.
Fiori, F. (Barocci) St. Franciscus in Entzücken.
Gheyn, J. de, der Ältere, die beiden Narren.
Gheyn, J., drei Hexen mit Zubereitungen zur Ausfarth.
Gillot, Cl., Hexen und Teufel.
Gillray, J., die Hexenscene aus Macbeth.
Guttenberg, G., die Hexe zu Endor beschwört den Geist Samuels n. Chasselat.
Helmann, J. S., le necromancien n. Le Prince.
Herr, Michael, der Blocksberg oder das Zauberfest der Hexen.
Holbein, Hans, Christus treibt den Teufel aus (s. R. Weigel's Holzschnitte berühmter Meister. Leipzig. 1851. H. II.)
Hondius, H., die Narren mit ihren Stäben.
Houbracken, A., die Zauberin.
Jenichen, B., die Narrenmühle.
Derselbe, die Vision des Herzogs Albert von Bayern.
Jode, P. de, der Narr mit der Eule n. Jordaens.
Derselbe, St. Martin heilt die Besessenen n. Jordaens.
Kaupertz, J. V., Medea verjüngt Aeson durch ihre Zauberkunst n. van Wynen.
Keller, J., der rasende Roland n. Hübner.
Kessel, Th., die Hexe, über welcher ein Amor n. Correggio.
Lamy, P. A., le fou qui vend la sagesse n. Leray.
Liebe, C. G. A., die Magie n. Magnasco.
Lobeck, Tobias, die Hexen am Sabbath n. Callot.
Londerseel, Joh., Jesus treibt den Teufel aus n. Vinckenbooms.
Longhi, Joseph, die Vision des Ezechiel n. Raphael.
Mariage, L. F., die Melancholie n. Parmesano.
Mattioli, L., St. Beno heilt einen Besessenen n. L. Carracci.

Mecken, Israel von, die heilige Margaretha den Dämon exorcirend.
Meil, J. W., der Blocksberg oder Hexensabbath.
Merian, Matthäus, der Ältere, der Hexensabbath auf dem Blocksberg n. Herr.
Merz und Gonzenbach, das Leben einer Hexe n. Genelli.
Merz, das Narrenhaus n. Kaulbach.
Milani, A., die Vision.
Mills, J., die Vision des schlafenden Mädchens.
Mogalli, C., die Vision des Ezechiel n. Raphael.
Montagna, B., die Hexe.
Morin, J., der heilige Bernhard in Entzückung n. Champagne.
Musis, Aug., oder Agostino Veneziano, der Triumphzug der Hexe angeblich n. Raphael, wohl n. Timotheo della Vite.
Natalis, M., der heilige Paulus in Entzückung n. Poussin.
Neureuther, E., die Vision des Malers an der Staffelei.
Palcko, Saul und die Hexe von Endor.
Pautre, A. le, 10 Bl. tableau de la folie.
Pautre, J. le, 6 Bl. Visions de Quevedo.
Pesarese, S., der heilige Benedict einen Besessenen heilend n. L. Carracci.
Picart, B., eine Hexe auf dem Ungeheuer reitend.
Prenner. A. J., Hexenscene n. Breughel.
Rembrandt, die Vision des Ezechiel.
Rode, J. H., eine alte Hexe eine Beschwörung vornehmend.
Rops, F., Hexen ein Zauberbuch besehend.
Ruscheweyh, F., der heilige Nilus den besessenen Knaben heilend n. Dominichino.
Saenredam, J., der Narr n. Goltzius.
Sharp, die Hexe von Endor n. West.
Smith, John Raph., die drei Hexen n. Füssli.
Steinheim, F. C., Christus heilt den Besessenen.
Teniers, der Hexensabbath oder der Auszug der Hexen.
Theodore, die Melancholische.
Thomassin, H. S., die Melancholie n. Feti.
Vanni, Fr., die Entzückung des heiligen Franciscus.
Velde, Joh. v., eine Zauberin, welche ihre Zubereitungen macht.
Verkolje, N., die Hexe n. Dow.
Voet, A., der Narr mit der Katze n. Jordaens.
Vorstermann, L. der Aeltere, St. Franciscus in Entzückung n. Caravaggio.

Walker, J., the spell n. Northcote.

Woollett, eine Hexenscene aus Macbeth n. Zuccarelli.

Zanetti, A. M., die Melancholie n. Parmeggiano.

§. 34.

Die *Malaria* erhebt da ihr Haupt, wo das menschliche der Indolenz verfallen ist. Das Verderben, welches die Erde aushaucht, ist mehr oder weniger ein von den Menschen selbst verschuldetes. Leider werden in der Regel nur die ärmeren Bewohner, die ohnedem wie Lastthiere sich abmühen müssen, durch den Schüttelfrost aufgerüttelt.

Marvy, Louis, Effet de Nuit dans un marais n. Th. Rousseau.

Pirodon, la Malaria n. Hebert.

Die *Cholera*, im Gangesdelta gebildet, hat in wenigen Jahren nicht nur die grösste Reise, sondern auch die grösste Niederlage ausgeführt. Wo sie nicht ist, wird über sie gelächelt; wo sie einkehrt, macht sie für immer verstummen.

Leiter, Roman, Wirthshausstube an der Preussischen Gränze zur Zeit der Cholera n. Petzl.

Die *Wassersucht* galt ehemals für eine kalte Krankheit; allein bei dem Gedanken, sie zu bekommen, überläuft es Manchen siedendheiss. Verdient ein Leidender den Wunsch, dass die Erde ihm leicht werde, so ist es gewiss der, welcher schon während des Lebens ein Element als quälende Bürde tragen musste.

Claessens, die wassersüchtige Frau n. Douw.

Fosseyeux, die wassersüchtige Frau n. Douw.

§. 35.

Die *Lähmung*, eine Krankheit des Nervensystems, gibt sich hauptsächlich dadurch kund, dass gewisse Theile in ihrer freien Thätigkeit behindert sind. Da dieses bei der *Gicht*, einem ganz anderen Übel, derselbe Fall ist, so werden nicht selten beide als gleichartig angesehen. Gemeinsam ist ihnen, bei der eigenen Hülflosigkeit, das Verwiesenseyn auf fremde Unterstützung. Wie diese, dem Kinde gegenüber, sich von selbst versteht, so

muss sich auch hier die selbstvergessne active Theilnahme als Naturnothwendigkeit äussern.

Cheron, Ludw., der heil. Petrus heilt einen Lahmen.
Denanto, Christus heilt die Gichtbrüchigen n. Tizian.
Dorigny, Nic., die Heilung des Lahmen n. Raphael.
Flipart, der gichtkranke Vater n. Greuze.
Graves, the Enthusiast. Ein Gichtkranker, der in seiner Stube in einem Zuber angelt n. Lane.
Hédouin, le Paralytique n. Leleux.
Holloway, die Heilung des Lahmen n. Raphael.
Langlois, P. G., die Heilung des Gichtbrüchigen n. Boulogne.
Loder, Astolph, ein alter Podagrist.
Mazzuoli, F., Parmeggiano, die Heilung des Lahmen n. Raphael.
Matsys oder Met, C., das Gastmahl der Hinkenden.
Derselbe, das Gefecht der Lahmen.
Meldolla, A., Christus heilt die Lahmen.
Nanto, Fr., Christus heilt den Gichtbrüchigen.
Rembrandt, der lahme Bettler.
Sandby, P., die Launen des Podagra, ein arthritisches Ballet.
Sorello, M., der Lahme von Christus geheilt n. Conca.
Stella, Antoinette Cl., die Heilung des Gichtbrüchigen n. Poussin.
Tanché, N., ein lahmer Bettler.
Ulrich, H., drei lahme Bauern.

Die *Epilepsie*, welche schon im Alterthume den Namen der garstigen, grossen, herkulischen Krankheit erhielt, dient zum Beweise, wie das Widerlichste und Schlimmste nicht verschmäht wird, wenn damit Geld verdient werden kann. Man simulirt sie, um vom Mitleid Gewinn zu ziehen. Die Selbstheilung derselben wird dadurch beschränkt, dass die öffentlichen Hinrichtungen ausser Cours kommen.

Hondius (Hondt), H., 5 Bl. die Heilung der Epilepsie zu Meulebeck bei Brüssel.

§. 36.

Der *Aussatz* ist bei uns nur noch dem Namen nach bekannt, eine Thatsache, welche beweist, dass die gute alte Zeit nicht die beste war.

Ein Miniaturgemälde „our Saviour cleansing the Leper“ in den Hours of the

Virgin findet sich wiedergegeben in Dibdin's Bibliographical Decameron. London. 1817. Vol. I. CIXI.

Das schöne Bild vom Aussätzigen (Besehung der usssetzige) in Gersdorffen's Feldtbuch. Strassburg. 1517. fol., wo der kranke Mann, bedeckt mit Maltzey, dasitzt, einen Stralenkranz um sein Haupt, aber über ihm der Teufel und neben ihm ein geifernd Weib, die spricht: bene dic Deo et morere, erinnert an die ältesten Darstellungen von Hiob. So besteht der Unterschied von der im Speculum humanae salvationis in Dibdin's Bibl. Spenceriana. Vol. IV. p. 15. darin, dass der Teufel nicht über dem Sitzenden schwebt, sondern mit einer Geissel neben ihm steht.

Dass die Künstler hochstehende Frauen mit der Besorgung der Aussätzigen, welche als ansteckend allgemein bekannt und weswegen an den kleinsten Orten „Gutleuthäuser" ausserhalb der Wohnungen errichtet waren, sich beschäftigen lassen, ist historisch richtig. Die liebevolle Bemühung um sie galt als Sache religiöser Pflichterfüllung.

Strixner, J. N., die heilige Elisabeth reicht den Aussätzigen Speise und Trank.
Surugue, Heilung der Aussätzigen n. Genga.

Die *Lustseuche* beschäftigt die Historiker in Betreff ihrer Entstehung, die Kranken in Betreff ihrer Tilgung. Die Wiederherstellung durch den heiligen Minus ist unverfänglicher als die durch den unheiligen Mercurius, gleichviel ob vivus oder sublimatus.

Dürer, Albrecht, der mit Beulen behaftete Mann. Auf diesem seltenen, als fliegendes Blatt erschienenen, Holzschnitt stehen folgende Worte in Typenschrift:
Oben: Theodoricus Ulsenius Phrisius Medicus Universis literar. Patronis in Epidimica̅ scabiem quae passim toto orbo grassat vaticiniu̅ dicat. Lichnica Genesis.
Unten: Insigni Archiatrie studio Sacrum — Nurnberge Calendis Sextilibus 1496.
Dass Dürer die neue Krankheit in ihren fürchterlichen Zufällen und Folgen kannte, das bekunden seine eigenen Worte: „Sprecht, dz er Gott vür mich „pit, daz ich pehüt werd und sunderlich vor den Frantzosen, wan ich weis „nix, daz ich ubeller fürcht, wan schir iderman hat sy. Vil leut fressen sy „gar hinweg, dz sy also sterben. Datum Fenedich 1506 am 18. Augusti."
S: Murr, Journal zur Kunstgeschichte. Th. 10. S. 23.

Der erwähnte Ulsenius war ein berühmter Arzt und um 1406 Physicus zu Nürnberg. Vergl. C. H. Fuchs die ältesten Schriftsteller über die Lustseuche in Deutschland von 1495 bis 1510. Göttingen. 1843. 8. S. 306 und 409.

Hamer, Wolfgang, der heilige Minus, Erretter der Kranken in Italien. St. Minus, als Patron der mit der Lustseuche behafteten, deren einige von beiden Geschlechtern zu ihm beten.

Unten steht, in Mönchsschrift, die Gebetsformel: „Almechtiger barmhertziger ewiger got sich uns an mit den augen deiner barmhertzigkeit und verleuh uns das uns die fürbitten und verdinen des heiligten peichtigters sancti Mini vor der soigkrichen krankheit der blattern barmhertzigkeit werden beschirmet durch cristum unsern Herren Amen." Dabei steht folgende Nachricht: „Der Heilig Beichtiger Sanctus Minus wird in welschen Landen angerufft und gebetten für die grausamlich Krankheit der Blattern in Welsch genannt Mala franzosa." S: Holzschnitte alter deutschen Meister in den Original-Platten gesammelt von H. A. von Derschau. Herausgegeben von R. Z. Becker. Gotha. 1810. fol. 2te Lieferung. S. 3. Abbildung 16. — So viele Heilige auch, nebst ihrer Hülfe, Helmsdörfer aufführt (Christliche Kunstsymbolik und Ikonographie. Frankfurt. 1839. 8.), den heiligen Minus sucht man darin vergebens.

In der ersten deutschen Schrift über diese Krankheit findet sich auch ein Holzschnitt derselben. Der Titel derselben lautet: Ein hübscher Tractat von ursprung des Bösen Franzos. das man nennet die Wylden Wärtzen. Durch meister Josephen Grunpeck 1496. 4. Unter dem Titel stellt das Bild die Maria mit ihrem Kinde dar, vor welcher ein König und zwei andere Personen knien. Ganz unten ein nackter menschlicher Körper mit Warzen bedeckt.

In der deutschen Übersetzung der Schrift von Ulrich von Hutten „von der wunderbarlichen atrzney des Holtz Guajacum genannt, und wie man die Frantzosen oder Blatteren heilen sol" Strassburg 1519. 4. zeigt das Titelblatt einen Verkäufer dieses kostbaren Mittels. Vor dem Tische, worauf die Stücke des Holzes liegen, steht ein Mann im Talar, wahrscheinlich ein Arzt, hinter diesem eine Frau und daneben ein Kranker.

§. 37.

Der *Typhus*, aus den Elementen der Zerstörung stammend, gefährdet schon in den Tagen der Ruhe das Daseyn; durch den Kriegslärm aber erwacht seine eingeborne wilde Natur und er rafft die Menschen haufenweise weg.

Le Roux, Eugène, le typhus à Mayence n. Raffet.

Die *Pest* ist ein Typhus unter andern klimatischen und nationellen Be-

dingungen. Sie schwindet in dem Grade als dort geläuterte Einsichten und vorurtheilslose Gewohnheiten Aufnahme finden.

Altdorfer, Albr., die grosse Wallfarth zu der heiligen Maria in Regensburg.
Aquila, F., die Pest n. Raphael.
Audran, G., die Pest in Judäa, zur Zeit des Königs David, auch genannt die Pest in Ägina n. Mignard.
Baron, Jean, die Pest in Phrygien, auch genannt die betrübten Philister bei der Pest n. Poussin.
Camerata, J., der heilige Rochus erscheint den Pestkranken n. Proccacini.
Carlone, Carl Borromaeus reicht den Pestkranken das Abendmal.
Caylus, die Pest von Mailand n. Puget.
Courtois, G., die Pest oder Tobias lässt die Todten begraben.
Cranach, Lucas, die Pest.
Guernier, die Pest n. Poilly.
Lafage, R., die Pest der Philister.
Laugier, J. N., Bonaparte à Jaffa, 21 ventôse an VII n. Gros.
Maratti, C., der heilige Borromaeus bittet für die Pestkranken n. Benaschi, il Perugino.
Matsys, C., die Pest.
Meloni, F. A., der heil. Borromaeus fleht um Befreiung von der Pest n. Franceschini.
Morghen, Raphael, die Pest n. Raphael.
Neefs, J., der heilige Rochus bittet für die Pestkranken n. Quellinus.
Nooms, R., (Zeemann) das Pesthaus zu Amsterdam.
Perrier, Fr., der heilige Rochus bei den Pestkranken.
Picart, Stephan, gen. der Römer, die Pest der Philister n. Poussin.
Pierre, J. B. M., der heilige Borromäus reicht den Pestkranken das Abendmahl.
Pigeot, Fr., der heilige Rochus heilt die Pestkranken n. Giulio Romano.
Poilly, F., Borromaeus reicht den Pestkranken das Abendmal n. Mignard.
Pontius, dem heiligen Rochus zeigt Jesus die Inschrift: Eris in peste patronus. Unten flehen die Kranken zu dem Heiligen n. Rubens.
Pool, M., die Pest n. Mignard.
Prestel, J. Th., der heilige Borromäus heilt die Pestkranken n. Lutti.
Raimondi, Marc Anton, die Pest n. Raphael.
Sabatelli, die Pest in Florenz.
Simonneau, Ch., die Pest n. la Fage.
Speer, M., die Pest.

Tardieu, N., der heilige Borromaeus bei den Pestkranken n. Pierre d'Ulin.

Thomassin, H. S., die Pest in der Stadt Marseille im J. 1720, wo der Chevalier Rosé die Leichname auf den Strassen durch die Galeerensclaven aufheben lässt n. de Troy.

Windsheim, Hans, die Pestgeissel der Bewohner einer Stadt (vergl. Nagler im deutschen Kunstblatt. 1853. N. 9. S. 78).

§. 38.

Gegen den *Tod*, den schlimmsten Ausgang der Krankheit, kämpft der Arzt unermüdet, um das Leben, selbst wenn der Leidende desselben überdrüssig ist, zu erhalten. Aber sein ganzes Aufgebot von Kunst und Wissenschaft erscheint, der furchtbaren Naturgewalt gegenüber, als Ohnmacht.

Dass jedes Lebensalter und jeder Stand bei allen denkbaren Ereignissen, selbst wenn es am wenigsten erwartet wird, sterben müsse, das führten am anschaulichsten die Todtentänze vor Augen. Die Künstler zeichneten selbst, um das Ansehen des Todes anschaulich zu machen, sein Wappen und seine Triumphe. Dass übrigens das Aufhören des Lebens nicht so gefürchtet wird, als der Natur der Sache nach geschehen könnte, ist mit das Verdienst der Kunst. Ihre sinnvolle Darstellung dieses Zustandes wirkt oft tröstender als das noch so eindringliche Wort der Religion oder der Philosophie.

Macht sich der Arzt über die ihm gegenüber stehende Urgewalt keine Illusion und erkennt er das unabwendbare drohende Ende, so sucht er durch alle ihm zu Gebote stehenden Mittel, dass dasselbe so erträglich als möglich herannahe. Er hat dafür eine eigene Lehre, die Euthanasie.

Auch die Kirche unterlässt es nicht das Scheiden zu erleichtern; allein die vorhandenen bildlichen Darstellungen, wie sie in der „Kunst zu sterben" zu schauen sind, benutzen den Todeskampf, um ihn für die religiösen Lehren auszubeuten, um Bekenntnisse, Reue und abschreckende Beispiele zu erreichen.

Der Arzt verfolgt den einen Zweck, die letzte Zeit des Daseyns schmerzlos zu behaupten; er strebt nur nach der Pflichterfüllung reiner Menschlichkeit.

Die Ars moriendi, welche auch den Titel hat: tentationes Daemonis (Passavant Peintre graveur T. I. p. 115) lieferte einen Unterricht zur Vorbereitung

auf den Tod. Der Sterbende wird in den Bildern theils unter Versuchungen, theils unter Tröstungen dargestellt.

In der Biblia pauperum sind versinnlicht die Klagen gegen den Tod und der Rechtsstreit des Menschen mit dem Tod (Passavant a. a. O. T. I. p. 58).

Viele der frühesten bildlichen Darstellungen des Todes sind allegorischer Art. So der grosse Holzschnitt, welcher die Todtenfresser zeigt. Um einen Todten auf einer Tafel sitzen Pabst, Bischoff, Nonne etc., denen der Todte, welchen sie zerschneiden, zur Mahlzeit dient. Panzer (a. a. O. II. S. 123. N. 1584) erblickte wohl mit Recht darin ein Spottblatt auf die Verfolger der Reformation.

Die Auffassung des Acts des Todes wird dadurch eine verschiedenartige, weil er durch lange Krankheit vorbereitet wie ein von selbst sich verstehender Ausgang, bei voller Gesundheit aber, gleichviel ob als natürlicher Tod, oder als freiwilliger, oder als verhängter, wie ein unerwarteter Sprung vom Seyn zum Nichtseyn sich einstellt, namentlich bei bestimmten nationalen und religiösen Vorstellungen über die Berechtigung des Menschen an die persönliche Fortdauer. M. s. Lessing, Untersuchungen wie die Alten den Tod gebildet haben. — W. Furtwängler, die Idee des Todes in den Mythen und Kunstdenkmälern der Griechen. Freiburg. 1855. 8.

Alberti, Cher., Tod der Kinder der Niobe n. Polydor.

Aldegrever, H., Erinnerung an den Tod (B. VIII. p. 404. N. 134.)

Altorfer, Albr., Dido ersticht sich mit einem Dolche.

Derselbe, Lucretia stösst sich ein Schwert in die Brust.

Andreani, A., Allegorie auf den Tod n. Fortunius.

Audenaerd, R., der Tod der Maria n. Maratti.

Audran, G., das Sterbebett des heiligen Franciscus n. Hannibal Carracci.

Derselbe, der Tod des Ananias n. Raphael.

Baillu, Peter, die sterbende Magdalena n. Rubens.

Bartolozzi, das Sterbebett der heiligen Justina n. Luca Giordano.

Bartolozzi, Tod des Lord Chatham im Parlamentssaale n. Copley.

Beatrizet, der Tod des Meleager n. del Vaga.

Bella, Stephan della, 6 Bl. der Tod, welcher den Menschen in jedem Alter aufsucht.

Berger, D., Tod des General Schwerin n. Frisch.

Bergmann, J., die sterbende Maria n. Schoreel.

Block, E., Todeskampf der langen Margarethe.

Blyth, R., Tod des Soldaten n. Mortimer.

Bolswert, Boetius, der Tod und die Zeit im Kampfe mit Menschen und Thieren n. Vinckenbooms.

Bolswert, Scheltius, der Tod des Frommen und der Tod des Gottlosen.
Bosse, A., das Sterbebett des Sünders.
Bromley, W., der Tod des Admirals Nelson n. Davis.
Bry, J. T. de, Triumph des Todes n. Titian.
Burghmair, H., der Todesengel.
Bürkner, H., der Tod im Ballsaal zu Paris n. Rethel.
Byfield, J., the Dance of Death.
Byrne, W., Tod des Capitaine Cook n. Webber.
Caccioli, J. A., der Tod der heiligen Magdalena n. Cignani.
Cades, Leonardo da Vinci stirbt in den Armen Franz I.
Callot, die Todesstrafen.
Carpi, Hugo da, Tod des Ananias n. Raphael.
Carracci, A., der sterbende heilige Franciscus n. Vanni.
Chambars, T., 2 Bl. der Fromme und der Böse in der Todesstunde n. Hayman.
Derselbe, der Tod Turrenne's n. Lenoir.
Chaplin, Ch., la Morte n. Decamps.
Chasteau, C., das Sterbebett des Germanicus n. Poussin.
Chenay, P., Le Larmoyeur. Alter Ritter am Todtenbette eines Jünglings weinend n. Ary Scheffer.
Ciamberlano, L., der Tod der Dirce an die Hörner eines wüthenden Stiers gebunden.
Cimerlini, J. P., der Tod als Vogelsteller lockt die Sterblichen in sein Netz.
Cipriani, J. B., die sterbende Cleopatra n. Benvenuto Cellini.
Claas, Alaert, der Tod des General Gattamelata n. Mantegna.
Claessens, die Kreutzabnahme n. Rubens.
Clemens, Joh. Fr., der Tod des Generals Montgomery n. Trumbull.
Clerc, Johann, der Tod der Maria.
Clouwet, P., das Sterbebett des heiligen Antonius n. Rubens.
Cranach, Lucas, der sterbende Paris auf dem Berge Ida.
Daniell, Jacob, der Tod des Capitain Alex. Hood n. Singleton.
Dien, der Tod des Demosthenes n. Boisselier.
Doppelmayr, Fr. W., der Tod des Holofernes n. Schäuffelein.
Dorigny, N., das Sterbebett des heiligen Joseph n. Maratti.
Edelinck, N., das Sterbebett der heiligen Anna n. Sacchi.
Frey, J., die Communion des heiligen Hieronymus n. Zampieri (Dominichino).
Derselbe, das Sterbebett der heiligen Anna n. Sacchi.
Galestruzzi, der Tod der Kinder der Niobe n. Caravaggio.
Galle, Th., Tod der Kinder der Niobe n. Julio Romano.
Geiger, Andreas, der Tod des Cato n. Caravaggio.
Girardet, A., die letzten Augenblicke des Herzogs von Berry n. Fragonard.
Goya, ein der Inquisition Verfallener mit Halseisen an einen Pfahl gekettet, das Kreuz in der Hand, sitzt sterbend.
Green, Val., die Kreutzabnahme n. Rubens.
Derselbe, der Tod des Epaminondas n. West.
Derselbe, der Tod des Bayard n. West.
Günther, die letzten Augenblicke des Fürsten Felix von Lichnowsky zu Frankfurt am 18. Sept. 1848. n. Bürde.
Guttenberg, H., ein sterbender Knabe im Schoosse der Mutter n. Borel.
Derselbe, Rousseau's letzte Augenblicke n. Moreau.

Heath, J., der Tod Nelson's n. West.
Derselbe, the dead Soldier n. Wright.
Holbein, Hans, der Todtentanz.
Jazet, E., Derniers momens de la reine Elisabeth 1603 n. P. Delaroche.
Jazet, J. P. M., Napoleon's Tod auf St. Helena am 5. Mai 1821. n. Steuben.
Jordaens, J., die Abnahme Christi vom Kreutze.
Kaiser, J. W., der Tod des Admiral de Ruyter n. Pieneman.
Koenig, derniers momens de la grande Dauphine, belle-fille de Louis XIV. n. Beaume.
Kretzschmar, Tod des Gustav Adolph n. Kirchhof.
Lana, L., der Tod des Seneca n. Guercino.
Lasinio, C., der Triumph des Todes n. Orgagna.
Leclerc, J., das Sterbebett der Mutter Gottes n. Saraceni.
Lemoine, Tintoretto malt seine todte Tochter n. Cogniet.
Levasseur, J. C., Leonardo da Vinci stirbt in den Armen Franz I. n. Menageot.
Lödel, H., Todtentanz n. (Lützelburger) Holbein.
Luti, dem sterbenden heiligen Nicolaus erscheint die Madonna.
Luycken, J., das Blutbad in der Bartholomäusnacht oder der Tod des Admirals de Coligny.
Mair, von Landshut, die Todesstunde.
Martinet, A., Tintoretto malt seine todte Tochter n. Cogniet.
Migneret, A., Molière mourant n. Vernet.
Musis, Aug., das Andenken des Todes n. Baccio Bandinelli.
Negher, Jost, der Todesengel.
Noterman, der sterbende A. van Dyck n. Kremer.
Ossenbeck, Joh., die Kinder der Niobe durch die Pfeile des Apollo und der Diana getödtet n. Palma.
Passari, B., der heilige Anton findet den Eremiten St. Paul todt in den Armen der Engel.
Pencz, G., Triumph des Todes.
Pesne, Johann, die letzte Oelung n. Poussin (das 5te Blatt der 7 Sacramente).
Derselbe, Tod der Saphira n. Poussin.
Pomarede, Silo, Triumph des Todes n. Titian.
Pond, A., eine Frau auf dem Todtenbette n. Rembrandt.
Porporati, C. A., der erste Tod n. v. d. Werff.
Prévost, B. L., Ludwig XIV. sterbend n. Mme Hersent.
Rembrandt, Tod der Jungfrau Maria.
Derselbe, die Stunde des Todes (B. 108).
Rigal, J. Raphael's Tod n. Cornelius.
Sadeler, Johann, der Tod in der Hütte des Armen n. Stradanus.
Sadeler, R., das Sterbebett des heiligen Franciscus n. Piazza.
Derselbe, der Tod des Reichen und der Tod des Armen n. Stradanus.
Schön, Erhard, der Sterbende.
Schön, Martin, die sterbende Maria.
Schwerdgeburth, C. A., Luther im Tode n. Cranach.
Sporer, Hans, Ars moriendi. Die Kunst zu sterben.
Tardieu, P. A., die Communion des heiligen Hieronymus n. Dominichino.
Testa, G., Tod des Cato.
Toschi, die Kreutzabnahme n. Daniel da Volterra.

Tröndlin, L S., Max Piccolomini's Tod n. Dietz.
Vieira di Mathos Allegorie auf den Tod eines früh vollendeten Malers.
Visscher, C., das Todtenbett des Priesters Cleertesen.
Wittmann, Auguste, der sterbende Reiter nimmt Abschied von seinem Kameraden n. Dietz.
Woeiriot, P., der Tod der Erstgebornen in Aegypten.
Woollett, Tod des General Wolf n. West.
Derselbe, Niobe. Apollo und Diana tödten die Kinder derselben mit Pfeilen n. Wilson.
Zasinger, M., 14 Bl. Ars moriendi. Darstellungen, wie die Seele beim Sterben vom Satan angefochten wird.
Derselbe, die Erinnerung an den Tod.
Zwott (Zwoll), Allegorie auf den Tod.

Wenn ein Arzt, unbekannt mit dem, was die Kunst für sein Fach bereits gethan, die vorstehende Uebersicht durchgeht, wird er gewiss nicht ohne Verwunderung wahrnehmen, wie viel in dieser Beziehung geschehen ist, und doch ist das Gegebene nur eine bescheidene Auswahl. Von der andern Seite, wenn ein Künstler, der von der Medicin wenig weiss, in diese sich einführen lässt, wird er ein kaum geahnetes reiches Gebiet vor sich erblicken, wo die Motive zu rührenden und ergreifenden, zu belehrenden und unterhaltenden Scenen in Fülle sich darbieten. Auch werden seine Darstellungen an Naturwahrheit gewinnen. Mit der Anatomie beschäftigt er sich, weniger mit der Pathologie, und doch ist es unerlässlich den Ausdruck krankhafter Zustände genau wiederzugeben. Es darf nicht vorkommen, dass in einem noch so schönen Bilde gewisse gestörte Verrichtungen und Leiden des Körpers auf eine Weise vorgeführt werden, wie solche der Arzt nicht kennt. Die Auffassung in dieser Hinsicht muss so correct wie die Ausführung seyn. Die blossen Wiederholungen werden aufhören und überraschend schöne selbständige Conceptionen von dem Reichthum des Materials Zeugniss ablegen.

Daher liegt es im Interesse beider, der Künstler wie der Aerzte, sich immer inniger zu verbinden und ihre Beobachtungen wie Eindrücke gegen einander auszutauschen. Von Seiten der Aerzte findet das Entgegenkommen sicherlich um so bereitwilliger Statt, als dann zu hoffen steht, die Heilkunst werde durch die bildende Kunst mehr als bisher gewürdigt und gefeiert werden.

S t u d i e n

über den

Hirnbau der Mikrocephalen mit vergleichender Rücksicht auf den Bau des Gehirns der normalen Menschen und der Quadrumanen

von

Rudolph Wagner.

Der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt am 7ten December 1861.

E i n l e i t u n g.

In der ersten Abhandlung dieser Vorstudien, welche sich vorzugsweise mit der Darstellung der Hirnoberflächen und der Gewichtsverhältnisse der Gehirne intelligenter Männer beschäftigt, habe ich davon gesprochen, wie wünschenswerth es sey, Gehirne von hirnarmen Individuen, von sogenannten Mikrocephalen, auf die genannten Verhältnisse genauer zu untersuchen [1]). Seit Jahren hatte ich mich, zum Theil durch öffentliche Aufrufe, bemüht, Material für solche Untersuchungen zu erlangen, aber vergebens. Als im Laufe dieses Jahres mein alter Freund und Studiengenosse, Prof. Theile, früher Prof. der Anatomie in Bern, jetzt Medicinalrath und prakticirender Arzt in Weimar, mit der ihm eigenen musterhaften Sorgfalt den ihm vom Medizinal-Rath Wedel in Jena eingesendeten frischen Kopf eines 26jährigen Microcephalus untersuchte und Schädel und Gehirn in Henle's und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medizin beschrieb und abbildete [2]), sprach ich gegen denselben den Wunsch aus, Schädel und Gehirn mir selbst etwas genauer ansehen zu dürfen. Ich muss die grosse Liberalität dankbar rühmen, mit der mir Theile die Objekte übersandte und längere Zeit zur Benutzung und Ver-

1) S. Vorstudien I. S. 24. Bd. IX. der Abhandlungen.

2) Dritte Reihe der Zeitschrift Bd. XI S. 210.

gleichung überliess. Meine auf die Hirnbildung bei verschiedenen Individuen gerichteten Untersuchungen hatten sich weiter ausgedehnt, indem ich theils auf allgemeine craniologische, theils ethnologische Studien kam, wozu mich vorzüglich mein hochverehrter Freund, Herr Staatsrath und Akademiker K. E. von Baer in St. Petersburg, welcher sich seit 3 Jahren wiederholt längere Zeit in Göttingen aufhielt, anregte. Bei der Schwierigkeit, sich Gehirne von verschiedenen Rassen und Nationen zu verschaffen, kam ich auf den Gedanken, mir auf indirektem Wege, durch Ausgüsse von Schädelhöhlen, wenigstens Surrogate für frische Gehirne zu erwerben. Diess führte weiter zur Hereinziehung der Entwickelungs-Geschichte des Gehirns, wie zu vergleichend anatomischen Studien, insbesondre des Gehirns der Quadrumanen. Die schönen Arbeiten von Gratiolet, deren ich schon früher wiederholt gedachte, die umfängliche Besprechung des ersten Heftes meiner „Vorstudien" im Schoosse der Société d'Anthropologie, insbesondre durch Paul Broca und Gratiolet, dann besonders auch der Streit zwischen Owen nnd Huxley über das Verhältniss des Hirnbaus des Menschen zu dem der Quadrumanen, vorzüglich der anthropoiden Affen, veranlassten mich zu einer vergleichenden Untersuchung auf diesem Gebiete, die, so dürftig auch mein Material war, das ich in einer kleinen im Binnenlande gelegenen Stadt nur auftreiben konnte, doch zu einigen interessanten Resultaten führte.

Neue Mittheilungen von Gratiolet über Mikrocephalie, verschiedene sich rasch aufeinander folgende ausgezeichnete und detaillirte Beschreibungen, durch sorgfältige und zum Theile photographirte Abbildungen illustrirt, von frischen Gehirnen vom Orang-Utang, und Chimpanse von englischen Naturforschern, welche die früheren Arbeiten von Tiedemann ergänzten, lockten zu weiterer Vergleichung und vervollständigten meine Kenntnisse auf wünschenswerthe Weise. Auf einer hier durchreisenden Menagerie starb zu rechter Zeit ein altes männliches Individuum des gewöhnlichen grünen Affen, *Cercopithecus Sabaeus*, dessen Gehirn ich nach der von mir früher angegebenen Weise bewahren konnte. Eine in Familien-Angelegenheiten gemachte Flugreise nach Berlin gab mir, trotz der Abwesenheit des Direktor's der anatomischen Sammlung, Prof. Reichert, durch die zuvorkommende Güte der Herren Lieberkühn und Wagener Gelegenheit, eine freie Stunde auf

die Durchsicht der dort vorhandenen Rassenschädel zu verwenden und mir genauer die von J. Müller bereits beschriebenen Präparate von Mikrocephalen anzusehen. Endlich war ich so glücklich, den Gypsausguss eines dieser Schädel der Berliner Mikrocephalen, den noch Joh. Müller meinem verehrten Freunde, Prof. von Siebold in München überlassen hatte, von diesem zu erlangen; so wie Herr Professor Welcker in Halle, welcher sich im August einige Zeit hier in unsrer Schädelsammlung, um Messungen auszuführen, aufgehalten hatte, die Güte hatte, mir mit Erlaubniss meines verehrten Freundes, Prof. Volkmann, einen Mikrocephalenschädel zum näheren Studium und um Ausgüsse daran zu machen, einsandte, den Herr Carus in Dresden bereits früher von D'Alton erhalten und für seinen Atlas der Cranioscopie [1]) benutzt hatte.

Im September d. J. hatte sich ferner dahier ein kleiner Verein von Anthropologen versammelt, in welchem Herr Prof. Vrolik von Amsterdam einen Vortrag über das Gehirn des Orang-Utang's mit Rücksicht auf die Behauptungen von Owen hielt, welcher dann zu weiteren encephalotomischen Discussionen von meiner Seite, Veranlassung gab.

Diess alles bewog mich, meinen früheren Mittheilungen an die K. Societät der Wissenschaften [2]) eine erweiterte Gestalt zu geben und das Material über Mikrocephalie, so dürftig es auch seyn mag, zu einer vergleichenden Untersuchung zu verwenden, in der Hoffnung, dass mir selbst oder Anderen dadurch eine Gelegenheit und Anregung zu Theil werde, diese Arbeit zu vervollständigen und weiter zu führen.

Bei der Beschäftigung mit dieser Arbeit sind mir die Worte unsres trefflichen von Baer oft vor die Seele getreten: »Es ist ein grosses Vorurtheil des allgemeinen Publikums, die Wissenschaft habe nur immer aufzubauen; sie hat oft viel mehr einzureissen, als sie an die Stelle setzen kann« [3]).

1) Heft I. 1843. Tab. IV.

2) Abgedruckt in den Nachrichten von der G. A. Univ. und d. K. Gesellsch. d. Wissensch. 1861. Nro. 10 und daraus in Troschel's Archiv f. Nat. Gesch. 1861. Bd. I. S. 170.

3) K. E. v. Baer und R. Wagner Bericht über die Anthropologen-Versammlung in Göttingen. Leipzig 1862. p. 16.

Uebersichtliche Betrachtung der Abbildungen.

Diese ganze Untersuchung ist so durch und durch auf Anschauung und die beigegebene bildliche Darstellung basirt, dass es zweckmässig erscheint, dem Leser zuerst eine Uebersicht der Abbildungen vorzuführen, die sich alle gegenseitig auf einander, so wie auf die früheren Tafeln in der ersten Abhandlung, beziehen. Eine und dieselbe einfache Bezifferung geht durch alle Figuren hindurch. Diese sind auf den Tafeln so vertheilt und gegenseitig gruppirt, dass sie sich dadurch am besten mit einander vergleichen lassen, was bei dieser ganzen Untersuchung die Hauptsache ist. Nur durch recht anhaltende Anschauung der Bilder wird man im Stande seyn, sich die topographischen Verhältnisse so einzuprägen, dass man sie nach einiger Zeit, unter vergleichender Untersuchung frischer und besonders in Weingeist gehärteter Gehirne, im Gedächtniss behält und bei Sektionen in Anwendung bringen kann.

Ich habe mich bei der Fertigung dieser Tafeln, nach reiflicher Ueberlegung, weder der Photographie, wie sie in neueren Zeiten besonders von München her in wahrer Meisterschaft bei anatomischen Darstellungen in Anwendung kömmt, noch der geometrischen Zeichnungen, wie sie in jüngster Zeit bei Schädel- und Hirndarstellungen so sehr empfohlen wird, bedient. Ich verkenne die Vortheile der photographischen Darstellungen nicht, wie sie besonders durch Bischoff in München neuerdings so sehr empfohlen worden sind [1]) und die Photographie für die Zukunft bei anatomischen Abbildungen gleichsam als die einzige ganz naturgetreue Darstellung in Aussicht gestellt worden ist. Eben so wenig bestreite ich die grossen Vortheile der geometrischen Zeichnungen, wie sie insbesondre von Lucae auf sehr ansprechende

1) In der Vorrede zu Dr. Rockinger's anatomischen Tafeln. München 1861.

Weise bei den Schädeldarstellungen herausgehoben worden sind[1]). Bei beiden Methoden kommen aber beim praktischen Gebrauche gewisse Nachtheile vor, namentlich in so ferne es sich um genauere Darstellung von Gegenständen handelt, wo die nicht in einer Ebene liegenden Details von besondrer Wichtigkeit und die luculente Anschauung aller Hauptverhältnisse nöthig sind, die hier zu entwickeln zu weit führen würde, daher diese Erörterung auf eine andere Gelegenheit verspart werden mag.

Auch war ich bei diesen Tafeln, um sie vergleichbar mit den früheren zu machen, bereits gebunden und ich habe deshalb wieder wie früher correcte Abbildungen aus freier Hand, unter Hinzufügung von Maassstab und Zirkel und theilweise einer Glastafel und eines Netzes, unter fixem Augenpunkt, anfertigen lassen. Es war nothwendig, eine Vergleichung sowohl mit den in der frühern Abhandlung gegebenen Abbildungen, als mit denen andrer citirter Werke möglich zu machen, wenn ich nicht eine ausserordentlich grosse Zahl neuer Abbildungen geben wollte.

Bei Schädeldarstellungen würde ich mich vielleicht unter gewissen Umständen, nachdem Lucae hier in Göttingen die Vorzüge seiner Methode noch mündlich auseinandergesetzt und durch Benutzung seines Zeichen-Apparates vorgeführt hatte[2]), entschliessen. Eben so leisten photographische Abbildungen von Schädeln[3]) selbst in sehr verkleinertem Maassstabe sehr viel, wobei man nicht stets Originalphotographieen, die unter einander in Bezug auf Licht, Schatten und Schärfe so sehr ungleich und wechselnd ausfallen, beizufügen braucht, sondern diese Photographieen am billigsten in guten Steinzeichnungen wiedergeben kann.

Gehirne, aus dem Schädel genommen, in Weingeist gehärtet, werden, auch bei der grössten Vorsicht, immer einiger Correctionen in der bildlichen Darstellung bedürfen, welche einer richtigen naturgetreuen Wiedergabe nichts

---

1) Lucae zur Morphologie der Rassenschädel. Frankf. 1861. p. 8 u. d. f.

2) Vgl. den Bericht über die Göttinger Anthropologen-Versammlung, Sept. 1861. von K. E. v. Baer und R. Wagner. p. 29.

3) Vgl. die auf den vierten Theil natürlicher Grösse reducirten, nach Photographieen lithographirten Schädel als Beigabe zu diesem eben erwähnten Bericht.

schaden. Das Gebilde ist zu weich, zu sehr Verschiebungen, Verschrumpfungen, Abschabungen und Verletzungen einzelner Parthieen ausgesetzt, die man durchaus mit vorsichtiger Hand verbessern muss, wenn man nicht Zerrbilder liefern will, die, abgesehen vom Unschönen bei voller Wiedergabe, doch immer wenn auch wieder andere Unrichtigkeiten und Unwahrheiten haben. Ich glaube, man wird in der Zukunft, je nach den Zwecken und Umständen, perspektivische und geometrische Handzeichnungen neben photographischen Darstellungen wählen müssen.

Was nun die hier folgenden Tafeln betrifft, so sind auf Tab. I und II. zwei Gehirne von erwachsenen Personen in der Ansicht von oben auf einer Platte gegen einanderüber gestellt, um dieselben mit Bequemlichkeit mit einander vergleichen, das übereinstimmende und abweichende leicht wahrnehmen zu können. Beide Gehirne sind gerade von oben, vom Scheitel aus dargestellt und in natürlicher Grösse wiedergegeben. Diese Darstellungen fehlten in dieser Grösse auf den früheren Tafeln und sind doch die Hauptansichten, welche uns alle geläufig sind, da sie bei der ersten Oeffnung der Schädelhöhle und bei den gewöhnlichen Aufstellungen gehärteter Gehirne entgegentreten.

Bei der Auswahl habe ich gerade die am meisten charakteristischen Gegensätze *normaler* menschlicher Gehirne von erwachsenen Personen im Auge gehabt, indem dieselben zugleich die Verschiedenheiten der beiden Geschlechter, den grösseren und geringeren Windungsreichthum, die verschiedene Ausbildung der Intelligenz repräsentiren.

Tab. I. giebt das Gehirn des Göttinger Klinikers C. H. Fuchs, welcher im 51sten Jahre dahier verstorben ist, eines intelligenten Mannes, dessen Windungsreichthum des gesunden nirgends lädirten Gehirns sogleich auffällt und unten näher beschrieben werden wird. Diesem Gehirne steht das einer 29jährigen Frau von gewöhnlichem Schlage gegenüber, dessen grössere Einfachheit in der Entwickelung und im Verlaufe sogleich bei oberflächlicher Betrachtung bemerkt wird.

Als Ziffern sind hier, wie auf den späteren Tafeln, immer wieder dieselben, nach dem früheren Schema, gewählt worden.

Ich füge dieses Schema noch einmal in einfachster Form bei.

A. Vordere } Centralwindung.
B. Hintere }

C. Centralspalte (Rolando'sche Spalte).

D. Occipitalspalte zwischen Zwickel (Cuneus) b^1 und Vorzwickel (Praecuneus) d^1.

E. Parallelspalte.

S. Sylvische Spalte.

a^1 Erste }
a^2 Zweite } Stirnlappenwindung.
a^3 Dritte }

b^1 Erste }
b^2 Zweite } Scheitellappenwindung.
b^3 Dritte }

c^1 Erste }
c^2 Zweite } Schläfelappenwindung.
c^3 Dritte }

d^1 Erste }
d^2 Zweite } Hinterhauptslappenwindung.
d^3 Dritte }

welche *alle* zusammen auf keiner Darstellung und zum Theil nur in kleinen Parthieen hervortreten.

Diese beiden Darstellungen normaler Gehirne waren nothwendig, um eine Basis zu gewinnen für die Gehirndarstellungen der Mikrocephalen, der Affen und der ersten Entwickelungsverhältnisse der Windungen beim normalen Menschen. Alle die hiezu nöthig erschienenen Figuren sind hier wieder auf Tab. III und IV einander gegenüber gestellt, um sie bestens mit einander vergleichen zu können. Diese beiden Tafeln sind noch sorgfältiger in Stein ausgeführt worden und man wird dem Künstler, Herrn Lithograph Honig dahier, dem Zeichner von Stilling's Tafeln zu dessen grossem Werke über das Rückenmark, welcher dieselben mit Vergleichung der Natur ausgeführt hat, alles Lob ertheilen können.

Fig. I giebt das Gehirn eines 26jährigen Mikrocephalen, wie ich dasselbe von Theile, zugleich mit dem Schädel erhielt, schon herausgenommen. Man

sieht sogleich, dass es etwas geschwunden, kleiner geworden ist, als es im frischen Zustande war, sonst aber so ziemlich die ursprünglichen Formenverhältnisse erhalten hat, auch dass das (bei normalen Gehirnen nicht vorspringende) kleine Gehirn nach hinten nur etwas weniger überdeckt wird von den hier so wenig entwickelten hinteren Lappen des grossen Gehirns, als in dem Gypsabgusse des entsprechenden Schädelchens, den ich hier habe fertigen und Fig. II. abbilden lassen. Solche Ausgüsse der Schädelhöhle geben allein überall die richtige Form und Grösse des entsprechenden Gehirns, reichen aber leider nicht hin, sich eine klare Vorstellung von Form und Verlauf der Windungszüge zu machen, denn sie geben natürlich nur die Modellirung dieser Verhältnisse, wie sie unter der harten Hirnhaut erscheint, wo nur die Wölbungen, nicht die Brücken der einzelnen Windungen wahrgenommen werden können.

Fig. III. giebt dasselbe Gehirn in der Seitenansicht, vollkommen klar für die Windungszüge, aber etwas abgeplattet, wie immer Gehirne im Weingeist, weshalb auf Tab. IV. Fig. II. ein ergänzender Umriss des Gypsausgusses Fig. II. Tab. III. in der Seitenansicht gegeben ist.

Fig. IV. dieser Tafel ist, ebenfalls in natürlicher Grösse, zunächst zur Vergleichung von Fig. III. das frisch aus der Schädelhöhle herausgenommene, wohlpräparirte und gehärtete Gehirn eines alten Männchens von einem typischen Affen, des *Cercopithecus Sabaeus*, gewählt und gehört zu Fig. II. der folgenden Tafel. Diese Darstellung dient vorzüglich zur charakteristischen Wiedergabe des deckelartigen Hinterhauptslappens, welcher absichtlich oben in der Occipitalspalte D etwas nach hinten abgezogen worden ist, um das Klaffende dieser bei allen Affen so charakteristischen Spalte zu zeigen.

Leider habe ich mir ein frisches nach meiner Weise präparirtes Original eines Chimpansé-Gehirns (Simia troglodytes) nicht verschaffen können. Ich habe aus diesem Grunde aus den vorhandenen Abbildungen ausgewählt. Die Darstellungen von Tiedemann[1]), von Schröder van der Kolk und Vrolik[2]) sind nicht ganz naturgetreu und namentlich incorrect in der Lage-

1) Das Hirn des Negers. Tab. VI. Fig. 2.

2) Copirt: Icones Zootomicae Tab. VIII. Fig. II. III. Over de Hersenen van den Chimpansé. Verhandelingen d. eerste Klasse Kon. Ned. Inst. 3e Reeks Eerste Deel. Amsterdam 1849

rung. Hier überragt überall das kleine Gehirn in der Ansicht von oben das grosse und giebt dem Gehirne eine so starke Aehnlichkeit in oberflächlicher Vergleichung mit dem Mikrocephalen-Gehirne, was in dieser Beziehung gar nicht der Fall ist. Sehr gut, weil mit besondrer Vorsicht behandelt und in Originalphotographie eingeklebt, ist das Chimpansé-Gehirn, das neuerlich John Marshall dargestellt hat[1]). Aber es ist doch von einem jungen Thiere und zeigt überall, wenigstens im hinteren Theil, wo es grade auf den so wichtigen Hinterlappen ankommt, das Mangelhafte eben der Photographieen, indem es von dem Charakteristischen, um dessen Darstellung es uns gerade zu thun ist, zu viel oder zu wenig zeigt, z. B. die grosse Hinterspalte zu schwach, kleine künstliche Sprünge mit den Furchen zu stark. Ich habe mich daher doch bewogen gefunden, die, wenn auch etwas restaurirte Figur von Gratiolet[2]) zu nehmen und dieselbe mit den Ziffern zu versehen, die ich als die mir eigenthümliche Bezeichnung wähle. Dieser Figur wird auch von Marshall selbst alles Lob ertheilt und sie hat den Vorzug der vollen Grösse und Entwickelung eines ausgewachsenen Thieres und dadurch der besseren Vergleichbarkeit mit erwachsenen normalen Menschen und Mikrocephalen. Das allen höheren Affen eigenthümliche, von der menschlichen Bildung abweichende und durch die mächtige, ganz durchgreifende grosse Occipitalspalte D und den weniger getheilten doch grösseren Occipitallappen ausgesprochene Unterschiedsverhältniss, tritt dem Beschauer sogleich entgegen.

Fig. II. ist das Gehirn eines alten Thieres von *Cercopithecus Sabaeus* zur Seitenansicht der vorigen Tafel (Fig. IV.) von oben gegeben, in einer höchst naturgetreuen Abbildung. Bei Gratiolet finden sich auch ähnliche Abbildungen, doch ist die Behandlung der Steinzeichnung minder klar und gut[3]). Längst besitzen wir schöne Abbildungen davon bei Tiedemann, aber doch für die Verhältnisse, um die es sich hier handelt, nicht ganz brauchbar[4]). Das Gehirn ist ganz richtig, wie es zu Tage tritt, in seinen

---

1) Natural history Review 1861. Nr. III. Vol. I. Pl. VI.

2) Mémoire sur les plis cérébraux 1854. Pl. VI. Fig. 1.

3) l. c. Pl. IX.

4) Icones cerebri simiarum. Heidelb. 1821. Tab. I. Fig. 3.

Spalten geschlossen dargestellt, während ich mich bemühte, durch Wegziehen des Klappdeckels, den der Hinterhauptslappen mit seinem vordren Rande bildet, diesen von der grossen Occipitalspalte zurückzubringen, damit die in der Tiefe liegenden Windungen, welche sich hier von den Parietallappen zu den Occipitallappen fortsetzen, gesehen werden können, welche in *** als drei, ähnlich wie die gyri breves oder die Randwülste des Stammlappens, unter einem deckelartigen Vorsprunge liegende Windungen erscheinen. Auch die einzelnen Abtheilungen des Occipitallappens d^1 d^2 d^3 lassen sich nicht in gleich sicherer Weise mit den Windungen des Menschen parallelisiren und combiniren sich, wie aus der seitlichen Ansicht hervorgeht, anders mit den Schläfelappen.

Die Figuren III, IV und V sind zur Darstellung der Entwickelungsverhältnisse des menschlichen Gehirns bestimmt. In keinem deutschen Werke über Entwickelungsgeschichte des Gehirns, von Tiedemann an, finde ich eine richtige und genügende Darstellung dieser Verhältnisse, weshalb ich, und mit Hinweisung auf Fig. III. Tab. I. in der früheren Abhandlung, dieses wohlgehärtete Gehirn aus dem Ende des 5ten oder Anfang des 6ten Monates ausgewählt habe. Es hat sich im Weingeist natürlich etwas zusammengezogen, ist auch weniger gewölbt als im frischen Zustande. Es lassen sich aber an demselben sehr schön die erste Entstehung der Windungen, Spalten, die allgemeinen Verhältnisse der Lappenbildung und namentlich die ungleiche, asymmetrische Entwickelung der Verhältnisse schon auf beiden Seiten der Hemisphären nachweisen, wie diess Gratiolet bereits erwähnt hat. Im Folgenden werden diese Verhältnisse genauer berührt werden.

Die fünfte Tafel supplirt die bisherige und die folgende Beschreibung. Unter den von mir untersuchten Mikrocephalen (1 Gehirn und vier Schädelausgüsse) befand sich kein weiblicher. Ich benutzte nun das Gehirnprofil des vierjährigen mikrocephalischen Mädchens, das Gratiolet ausgeführt im Atlas zu Leuret Pl. XXIV. Fig. 4. darstellte, um es mit dem Hirnausguss des 26jährigen Theile'schen Mikrocephalus vergleichend vorlegen zu können. Einfache Umrissfiguren waren zu diesem Entzwecke hinreichend.

Die Windungen der gewölbten Oberflächen der Hemisphären bei verschiedenen Menschen nach Form und Verlauf.

In der ersten Abhandlung habe ich bereits Form, Verlauf und Zahl der Windungen und Furchen der gewölbten Hemisphären unter allgemeineren Gesichtspunkten und für verschiedene Fragen behandelt. Auch sind wir zu gewissen Resultaten gelangt, namentlich indem ich hiernach zwei Hauptklassen von Gehirnen: *einfachere* und *zusammengesetztere* Gehirne, schon in Folge oberflächlicher vergleichender Betrachtungen, feststellen zu können glaubte. Ferner schien es, dass im Allgemeinen weibliche Gehirne zu den einfacheren, männliche zu den zusammengesetzteren gehören.

Als Beispiel gehe ich hier in eine etwas ausführlichere Beschreibung der beiden abgebildeten, typischen Gehirne ein und will namentlich die Stirn- und Centralwindungen, als die am meisten charakteristischen, etwas genauer beschreiben und vergleichen, wobei man zugleich andere gute Hirnabbildungen, wie die bei Leuret und Gratiolet, bei Huschke, bei Tiedemann (Hirn des Negers) und die Tafeln der ersten Abhandlung der Vorstudien in die Hand nehmen kann.

Eigentlich müsste man hiezu ein und dasselbe Gehirn gehärtet zur Hand haben und doch frisch untersuchen können, was natürlich nicht angeht. Denn um die Windungen in ihrem Zusammenhange genauer zu verfolgen, muss man sie auseinander falten, mit dem Finger eingehen, sie in ihrem Zusammenhange sich zur Anschauung bringen. Bei gehärteten Gehirnen kann man öfters zweifelhaft bleiben, ob diese oder jene Windung mit einer benachbarten durch eine Wurzel zusammenhängt, welche erst in der Tiefe sichtbar wird, während

andre Wurzeln oder Brücken, wie sie oft an dieser oder jener Stelle auf der Oberfläche liegen, da gerade fehlen [1]).

Die beiden Centralwindungen AA und BB erblickt man auf dem einfacheren weiblichen Gehirne Tab. II. sogleich viel markirter, jederseits als ein Paar ziemlich gleich dicke nicht so sehr gewundene Wülste von hinten und innen, nach vorne und aussen verlaufend, um sich hier zur Formation des Klappdeckels über der Insel zu begeben. Links scheint die vordere Centralwindung gleich Anfangs getheilt, was rechts nicht der Fall ist; es ist diess aber nur eine Einknickung; beide geben nach vorne jede zwei verschieden dicke Wurzeln zu der ersten Frontalwindung; zwei ähnliche Wurzeln oder Brücken sieht man nach aussen am Ende der vorderen Centralwindung für die 2te und 3te Stirnlappenwindung, während diese rechts mehr in der Tiefe liegen. Die eben so etwas asymmetrische Anordnung für die Wurzeln oder Brücken der 1sten, 2ten und 3ten Parietalwindung aus dem hinteren Rande der hinteren Centralwindung (B) nimmt man ohne nähere Beschreibung wahr.

Zusammengesetzter, ungleicher in ihrer Entwickelung, daher auf dem ersten Blick asymmetrischer, erscheinen die beiden Centralwindungen auf den reicher entwickelten männlichen Gehirne Tab. I. Man kann sie deshalb nicht sogleich, wie früher bereits erwähnt wurde, sofort auf den ersten Blick, besonders wenn man nicht geübt ist, unterscheiden und verfolgen. Gegen das vorige Gehirn sind beide Windungen sehr ungleich, indem die vordere (A) stärker auf beiden Seiten ist als die hintere (B), und selbst, besonders links, insulare Anschwellungen zeigt; dazwischen haben beide viel tiefere Einknickungen und Faltungen, so dass sie wie unterbrochen erscheinen; beide sind durch Brücken mit einander verbunden, von denen besonders links eine

---

1) Ich habe zu dem Entzwecke die Form und Verbindung der Hauptwindungen, namentlich Central- und Stirnlappenwindungen erst kürzlich noch einmal genauer bei der Section meines Collegen von Siebold untersucht, von dessen Gehirn die Aufbewahrung nicht gestattet war. Derselbe hatte auch ein windungsreiches Gehirn und ich habe mich bei dieser Gelegenheit gerade an einer unter unbequemen Verhältnissen angestellten Section überzeugt, dass man bei genauer Kenntniss des Baues sich recht gut überall in den Windungen an frischen Gehirnen orientiren kann.

sehr ansehnlich, mit breiter Wurzel aus der vorderen Centralwindung entspringt.

Eine ausserordentlich viel grössere Fülle, Gedrängtheit, Zerklüftung und dagegen geringere Dicke der einzelnen Windungen der Stirnlappen ist unverkennbar in dem männlichen Gehirne gegen das weibliche wahrzunehmen und greift durch alle drei Windungszüge hindurch. Da die erste, zweite und dritte Stirnlappenwindung (a^1 a^2 a^3) durch quere und schiefe Brücken mit einander verbunden sind und eigentlich, wie das ganze Windungssystem der Grosshirnlappen, ein Netzwerk mit ungleichen Maschen und wellenförmigen Einfassungsfalten darstellen, so ist es oft schwierig, ja nicht möglich, von jeder einzelnen Windungsparthie anzugeben, ob sie dem einen oder andren Windungszuge zuzuzählen sey. Je einfacher die Gehirne, um so gerader und gestreckter der Verlauf von hinten nach vorne zur Stirnlappenspitze, um so gestreckter und paralleler die Wurzeln, daher die Windungszüge hier leichter reducirbar auf die Grundformen, wie sie beim Fötus angelegt werden. Dagegen wird es bei reicheren Gehirnen, also z. B. Tab. I., schwerer, sie abzutheilen und sich gesondert zu denken; sie pressen sich selbst in quere Schlängelungen zusammen, wie man namentlich auf der linken Hemisphäre hier deutlich sieht, so dass man in diesem Falle gar keinen Eindruck von Längszügen hat. Daher auch hier die seitliche Asymmetrie grösser, wenn man z. B. auch das einfachere Gehirn von Hausmann (Tab. I. Fig. 1. 2. der ersten Abhandlung) mit dem hier vorliegenden von Fuchs vergleicht, wo beide Hemisphären viel symmetrischer auftreten. Weitre Vergleiche zwischen beiden Tafeln I und II. zeigen z. B., dass da wo Theilungen oder Spaltungen gleich im Anfang z. B. beim weiblichen Gehirne an der Wurzel der ersten Stirnwindung links (a^1 a^1) sind, an dieser Stelle beim männlichen eine Inselbildung mit blossem seichten Eindruck (tertiärer Furche) vorkommt. Weiter links und vorne, schon in a^2 liegt bei jedem der beiden Gehirne eine Insel, welche aber beim weiblichen fast glatt und kleiner, nur mit einer seichten Delle erscheint, während sie bei Fuchs sich zu einer schiefen, isolirten (tertiären) Furche ausgebildet hat. Diese erste Windung ist sehr stark bei Dirichlet entwickelt (erste Abhandlung Tab. II. Fig. II.), nachdem sie aus einer einfachen Wurzel entsprungen sich auf beiden Seiten in zwei parallele geschlängelte Wülste getheilt hat,

welche besonders die hier so ansehnliche Entwickelung der Stirnlappen bedingen. Auch bei Gauss sind sie getheilt, wieder zusammenfliessend und die Huschke'schen Inseln bildend. Bei dem Handwerksmann Krebs (erste Abh. Tab. II. Fig. IV.) sind sie viel einfacher; ganz einfache, aber um so breitere dicke Wülste bilden sie bei Hausmann (ib. Tab. I. Fig. 1.) [1]).

Die dritte, äusserste oder untere Stirnlappenwindung (a^3), welche man in beiden Gehirnen nur in einzelnen Windungserhebungen an den Rändern der Stirnlappen hervortreten sieht, erscheinen in voller Entwickelung in der seitlichen Ansicht des Gehirns, also z. B. bei Gauss (Tab. IV und VI. der ersten Abhandlung). Diese dritte Windung muss man eigentlich sehr allgemein als doppelt betrachten, obwohl mit einfacher Wurzel aus der vorderen Centralwindung, welche sich oft noch (wie bei Gauss) als eine Art paralleler Längswulst mit dem äusseren Ende der vorderen Centralwindung (A) am Klappdeckel, zwischen diesen und den vorderen Theil der Sylvischen Spalte (S^1), ja in diese hineinlegt. Sie entwickelt sich häufig so stark nach vorne, dass sie hier zwei parallele Schlängelungen bildet und man diejenigen nicht tadeln kann, welche hier (wie Huschke) noch eine vierte Frontalwindung (also ein a^4) annehmen. Da beide Wülste gewöhnlich aber nur eine einfache oder höchstens zweischenkelige Wurzel an der vorderen Centralwindung haben, so ziehe ich doch vor, sie auch nur, wie die andren, oft getheilten Stirnlappen zu einer Hauptwindung zu rechnen [2]).

Ich habe diese Stirnlappenwindungen ausführlicher betrachtet, weil sie

---

1) Hiernach modificirt sich also die Angabe von Gratiolet (bei Leuret Tome II. p 113.), dass die erste oder oberste Frontalwindung beim Menschen constant zwei Falten haben, während dieser Typus auch wohl der häufigere ist.

2) Noch kürzlich habe ich diese Verhältnisse an dem frischen Gehirne Eduard von Siebold's während der Section untersucht. Hier war a^1 auf beiden Seiten doppelwurzelig mit doppeltem Verlauf (rechts einfacher); a^2 auf beiden Seiten in der Tiefe mit kurzer doppelschenkeliger, dann confluirender Wurzel. Ein a^3 und a^4, also eine doppelte dritte in eine 3te und 4te Windung zerfallende dritte Stirnlappenwindung, welche jedoch an der Basis, wie an einem Stiele zusammen hiengen. — Von dieser a^4 muss man die Orbitalwindungen Gratiolet's unterscheiden, welche am vorderen, unteren und äusseren Rand der Stirnlappen liegen.

die markantesten sind, weil man sie bereits am besten kennt, auf sie besondre physiologische Muthmassungen gegründet hat und sich an ihnen am leichtesten Messungen anstellen lassen. Die Centralspalte grenzt sie nehmlich in ganzer Ausdehnung von den Parietallappen, die Sylvische Spalte von den Schläfelappen ab.

Parietal-, Occipital- und Temporallappen fliessen in ihren Windungen in einander über und haben nur allgemeine Grenzen. Oben und innen, gegen die Innenfläche der Hemisphären sind Occipital- und Parietallappen allerdings durch die Occipitalfurche DD getrennt, indem durch dieselbe der Zwickel (d^1, erste Occipitalwindung) von dem Vorzwickel (b^1, erste Parietalwindung) deutlich und entschieden getrennt wird. Diese Trennung lässt sich manchmal noch weiter nach aussen verfolgen, wie ich sie denn gerade im Gehirne bei Fuchs (Tab. I.) sehr markirt und weit nach aussen in die Hemisphäre verfolgbar finde. Wie wir später bei den Quadrumanen finden werden und ein Blick auf Tab. III und IV (überall DDD bezeichnet) zeigt, ist sie gerade bei den ächten typischen so wie den anthropoiden Affen sehr stark entwickelt, klaffend von innen nach aussen und in sich die hinteren Parietallappenwindungen (plis de passage Gratiolet) bergend.

Wie schon früher bemerkt, so kann man immer annehmen: wo die Stirnlappen stärker gefurcht und gewunden, sind es auch die andren, namentlich Parietal- und Occipitallappen, wie sich auch aus einer vergleichenden Betrachtung von Tab. I und II ergiebt und daher lässt sich auch weiter sagen, wie früher geschehen ist: windungsreichere Gehirne lassen sich in allen Abschnitten der Windungen als reicher nachweisen; einfachere Gehirne bewahren eben so ihren Charakter auf der ganzen convexen Oberfläche.

Ich will hier nicht in eine ermüdende Beschreibung der übrigen Windungszüge eingehen, sondern das, was etwa noch ergänzend früheren Darstellungen beizufügen seyn möchte, auf die späteren Abschnitte verschieben, wo ich das Gehirn der Mikrocephalen und Quadrumanen mit dem normalen menschlichen Gehirne zu vergleichen haben werde und wobei ich die beiden hier abgebildeten menschlichen Gehirne als typische in Parallele stellen kann.

Messungen der Hirnoberflächen mit besonderer Beziehung auf Windungs- und Furchenbildung und deren Beziehung zur Intelligenz.

Wie auch schliesslich die Ansicht über die physiologische Bedeutung der Hirnoberflächen und deren Verschiedenheiten, mit denen die ganze Frage nach der Grösse, der Zahl, der Ausdehnung der Windungen, Furchen und Spalten, nach der Vergrösserung der Oberfläche zum Contacte mit den Blutgefässen zusammenhängt, ausfallen möge; immer wird eine einigermassen auf Exactheit Anspruch machende Untersuchung, welche über die einfache anatomische vergleichende Betrachtung hinauszugehen bestrebt, sich auf vergleichende Messungen gründen müssen.

Nachdem ich früher auf die absoluten und relativen Gewichtsverhältnisse des Grosshirns eingegangen bin, muss ich jetzt auf die Messungen kommen, ohne mich auf eine detaillirte Darlegung und Kritik fremder und eigener Versuche einzulassen.

Bei allen diesen Versuchen habe ich meinen jüngeren Sohn, Hermann, zu Hülfe genommen, welcher als Studirender der Mathematik und Physik mit Rechnen vertraut, eben so wie früher die Wägungsreductionen auf metrisches Gewicht, so hier die specielle Durchführung der Messungen und die Berechnungen übernommen hat.

Als das passendste Verfahren, die feuchten Oberflächen gehärteter Gehirne und deren einzelne Abschnitte direkt zu messen, erschien uns, das Belegen derselben mit möglichst genau aneinander gepassten einzelnen Stücken von Pflanzenpapier, welches in kleine Quadrate getheilt war. Die einzelnen Quadrate hatten eine Grösse von 16 □ Mm. und es wurden zunächst zwölf Gehirne von gleichmässiger Härtung, die also etwa einen gleichmässigen Grössen- und Gewichtsverlust erlitten hatten, ausgewählt um eine passende Basis zu

gewinnen. Für diese und alle folgenden Untersuchungen wurden wieder diejenigen Gehirne an die Spitze gestellt, welche in diesen beiden Abhandlungen der „Vorstudien“ zu detaillirten bildlichen Darstellungen vorzugsweise verwendet waren. Es ist das Gehirn von Gauss und dem Handwerksmann Krebs, von Fuchs und der 29jährigen Frau und dem Theile'schen 26jährigen Mikrocephalus. Alle diese Gehirne sind in der grossen Tabelle der früheren Abhandlungen aufgeführt, und ich stelle dieselben hier nach der Höhe des Gewichts in abnehmender Reihe zusammen:

Nro:	Nro der Tabelle: Nro:		Gewicht in Gr.	Convexe Oberfläche in 16 □mm grossen Quadraten.
1.	96	(Dirichlet)	1520	2553.
2.	117	(Fuchs)	1499	2489.
3.	125	(Gauss)	1492	2419.
4.	326	(Hermann)	1358	2406.
5.	369	Mann	1340	2451.
6.	396	Mann	1330	2309.
7.	561	Mann	1273	2117.
8.	586	Weib	1254	2498.
9.	641	(Hausmann)	1226	2065.
10.	646	Weib	1223	2272.
11.	739	Weib	1185	2300.
12.		Mikrocephalus	300	896.

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, dass starke Differenzen, wie im Voraus zu erwarten war, nur zwischen dem Mikrocephalus und allen übrigen Gehirnen heraustreten.

Das 64jährige Weib (Nro 8) hatte eine grosse Hirnoberfläche [1]), während sie in der Gewichtsscala sehr tief steht. Sonst zeichnen sich im Allgemeinen die hoch im Gewicht stehenden Gehirne auch durch grössere Oberflächen der convexen Seite der Hemisphären aus.

Bei dem Werthe, den man von einigen Seiten der Entwickelung der

1) Woran vielleicht die grössere Weichheit und geringere Härtung und Zusammenziehung dieses Gehirns im Weingeist schuld war.

Stirnlappen beilegt, sind diese besonders gemessen und den Parietal- und Occipitallappen entgegengestellt worden [1]). Daraus ergeben sich folgende Relationen:

Stirnlappen.

Nro	1.	=	107	: 100.
—	2.	=	100	: 100.
—	3.	=	103	: 100.
—	4.	=	106	: 100.
—	5.	=	91	: 100.
—	6.	=	80	: 100.
—	7.	=	99	: 100.
—	8.	=	100	: 100.
—	9.	=	86	: 100.
—	10.	=	94	: 100.
—	11.	=	98	: 100.

Nimmt man aber die ganze convexe Hirnoberfläche, den Schläfelappen mitgerechnet, so stellen sich die relativen Grössen der Oberfläche der Stirnlappen zu denen der gesammten convexen Oberfläche = 100.

Stirnlappen.

Nro	1.	=	43	: 0
—	2.	=	42	: „
—	3.	=	41	: „
—	4.	=	43	: „
—	5.	=	40	: „
—	6.	=	38	: „
—	7.	=	40	: „
—	8.	=	41	: „
—	9.	=	38	: „
—	10.	=	41	: „
—	11.	=	41	: „
—	12.	=	31	: „

1) Vgl. die angehängte Tabelle I.

Die vier Gelehrten-Gehirne Dirichlet, Fuchs, Gauss, Hermann erscheinen bevorzugt, jedoch reichen die Frauen-Gehirne Nro 8 und 11 an dieselben heran. Der Mikrocephalus bleibt ausserordentlich dagegen zurück.

Indess sind die Differenzen gering, die Zahl der Fälle ist weitaus nicht zureichend, und rechnet man noch dazu die Fehlerquellen der Methode, die Schwierigkeit der Abgrenzung der convexen Fläche von der Basis, welche immer nur sehr unvollkommen ist, so ist auf diese Resultate nicht viel zu geben.

Die angehängte Tabelle mag für diejenigen dienen, welche sich von den gefundenen Zahlen und deren Berechnung genauer überzeugen wollen.

Ich kann in dieser Hinsicht durchaus die Hoffnungen und Ansichten nicht theilen, welche mein sehr verehrter Freund, Herr Professor Schröder van der Kolk in Utrecht auf Messungen gründet, welche er selbst an den Tafeln der früheren Abhandlung angestellt hat und worüber er so freundlich war, mir unter dem 5. Februar 1861 ausführlich zu schreiben. Indem derselbe bedauert, dass ich nur negative Resultate bei meinen Untersuchungen gewonnen, meint er, es ergäbe sich aus meinen eigenen Tafeln und aus Messungen die er daran mit kleinen Quadraten angestellt hat, dass der Lobus frontalis als Sitz der höheren Intelligenz zu betrachten sey und er sieht das übrige grosse Gehirn sammt dem lobus inferior als den Sitz des Gemüths an. Indem er z. B. Fig. 1 (Gauss) und 2 (gewöhnliches Gehirn) auf Tab. VI der ersten Abhandlung zusammen vergleicht, bekommt er für den lobus frontalis, wozu er auch die erste Centralwindung BB rechnet,

bei Gauss . . . . 388 □□
bei Fig. 2 . . . . 260 —
an der pars posterior bei Gauss . . 432 —
bei Fig. 2 . . . . 505 —
bei Gauss verhalten sich also beide Theile wie 90 : 100
bei Fig. 2 wie . . . . 53 : 100.

Aehnliche Resultate zieht er aus der direkten Messung der andren Gehirne, bei deren Verkleinerung er freilich minder höhere Zahlen zu erhalten meint.

Ich bedaure weder die psychologische Ansicht meines werthen Freundes

in Betreff der Vertheilung von Intelligenz und Gemüth auf den vorderen und hinteren Theil des Gehirns theilen, noch die Messungs-Resultate anerkennen zu können.

Perspectivische Abbildungen von Gehirnen können nicht zu solchen Messungen benutzt werden, nicht einmal geometrische. Zahlreiche Messungen meines Sohnes zeigen, wie a priori zu erwarten war, die grosse Unsicherheit der Messungen gekrümmter Flächen, wodurch auch alle Vergleichungen ihre Basis verlieren.

Viel mehr versprechend ist eine Messungsmethode, auf welche mein Sohn verfallen ist und die er dann auf meine Veranlassung vorläufig versuchsweise nur auf eine kleine Anzahl von Gehirnen und nur auf Parthieen derselben ausdehnte.

Die Leser der ersten Abhandlung so wie des vorigen Abschnittes wissen, dass sich als ein Ergebniss der vergleichenden Betrachtung verschiedener Gehirne herausgestellt hat: dass wenn ein Gehirn in den Stirnlappen windungs- resp. furchenreicher ist, diese grössere Zerklüftung der Oberfläche sich auch mehr oder weniger auf die übrige Oberfläche ausdehnt. Man kann daher, ohne irre zu gehen, sagen: hat sich ein Gehirn durch eine wirkliche Messung der Furchen an den Stirnlappen als furchenreicher herausgestellt, so genügt diese Messung der Stirnlappen, um ein Gehirn auf der Basis dieser Messung überhaupt als furchen- resp. windungsreicher zu bezeichnen.

Die zweite angehängte Tabelle giebt hiezu eine Uebersicht, zu deren Erläuterung das Folgende dienen mag.

Es sind zu den entsprechenden numerischen Daten nur fünf Gehirne ausgewählt, welche vorzugsweise als Basis unsrer Vergleichungen bisher gewählt waren, die gewisse physiologische Gegensätze in ihrer Auswahl bezeichnen, alle bildlich dargestellt sind und daher am ersten controllirt werden können: Gauss und der Handarbeiter Krebs, Fuchs und die Frau von 29 Jahren im Blüthenalter und der 26jährige Mikrocephalus.

Als Furchen sind möglichst genau alle diejenigen gemessen, welche den convexen Flächen der Stirnlappen angehören, also zwischen den Stirnlappenwindungen a^1 a^2 a^3 und als seichte Einkerbungen auf ihnen selbst vorkommen, welche also vor der Rolando'schen Furche liegen und diese mitgerechnet,

da sie eine genaue Grenze bezeichnet, mag man dieselbe auch sonst zum Stirnlappen rechnen oder nicht; diese Furche ist aber auch besonders aufgeführt.

Die Zahlen in Millimetern verhalten sich so:

	rechts	links	bei
Länge der Centralspalte (Rolando'schen Spalte)	100^{mm}	108^{mm}	Gauss
— — — — —	114	109	Fuchs
— — — — —	105	110	29jähr. Frau
— — — — —	90	112	Krebs
— — — — —	32	36	Mikrocephalus

Alle übrigen Furchen in ihren Längen linear aneinander gereiht würden auf den Stirnlappen geben:

eine Gesammtmenge von	2145^{mm}	bei Gauss
— — —	2061	— Fuchs
— — —	1726	— 29jähr. Frau
— — —	1566	— Krebs
— — —	322	— Mikrocephalus

Es würden sich weiter auf 100 Quadrate (jedes zu 16 $\square^{mm}$) der Oberfläche an Furchen finden:

bei Gauss	215^{mm}
— Fuchs	197
— 29jähr. Frau	184
— Krebs	183
— dem Mikrocephalus	114

Diese relative Furchenlänge zur Oberfläche würde aber, bei Gauss = 100 gesetzt, sich also verhalten:

Gauss	100
Fuchs	92
29jähr. Frau .	86
Krebs	85
Mikrocephalus	53.

Andre Verhältnisse und mehr Detail mag man in der angehängten Tabelle II. nachsehen, wobei ich bemerke, dass mein Sohn primäre Furchen die Hauptfurchen nennt, welche die einzelnen Windungszüge a^1 a^2 a^3 von

einander trennen, secundäre Furchen diejenigen, welche als Einknickungen zwischen die einzelnen Schlingen und Biegungen der Windungen herein gehen, tertiäre Furchen, welche als oberflächliche Eindrücke auf den Windungen selbst Furchen bilden.

Diese Ergebnisse haben gegen die früheren in so ferne etwas Befriedigendes, als sie allein vielleicht ein anatomisches Verhältniss andeuten, das durch Zahlen ausdrückbar erscheint und das sich auf eine psychologisch-physiologische Leistung des Gehirns könnte beziehen lassen.

Nachdem aus meinen Untersuchungen viele bisher mehr oder weniger wahrscheinliche Ergebnisse, welche man aus Gewichts- und Messungsuntersuchungen zog, sich als sehr unsicher, zweifelhaft, noch nicht reif zur Entscheidung ergaben, während andres geradezu als irrig sich in der Wissenschaft fortschleppend zu erkennen gab, stossen wir hier auf eine Bestätigung des früher noch für unsicher erkannten Lehrsatzes: dass grössere Furchenbildung, Zerklüftung oder reichere Windungsbildung der Hirnoberflächen bei grösserer Intelligenz gefunden wird. Die Thatsachen, welche hier, freilich nur nach der Zusammenstellung von sehr wenig Fällen, hervortreten, würden sich wenigstens sehr gut mit den Ansichten vertragen, die man aus einer einfachen Vergleichung der entsprechenden Individuen nach ihrer Intelligenz sich etwa bilden möchte. Dabei will ich weder das Vage in dieser ganzen eben gewählten Ausdrucksweise, noch das Unsichere, das in der so geringen Zahl der Fälle liegt, verbergen. Aber in diesem Gebiete muss man selbst mit kleinen Aussichten zufrieden seyn, die in ferner Zeit nach mühsamen und zahlreichen Untersuchungen sich erwarten lassen und welche die Erfolge besserer Methoden seyn werden. Zu einer solchen Methode rechne ich die zuletzt erwähnte und empfehle dieselbe künftigen glücklicheren und mit mehr Material versehenen Forschern. Ihre Ausführung ist leicht. Wir haben uns Streifen von Pflanzenpapier, nach Art eines Bandmaasses, in Millimeter getheilt, bedient, welche an die Furche gelegt oder einige Millimeter in dieselbe hineingesenkt wurden.

Ein sehr wichtiges Element, die Tiefe der Furchen ist hiebei allerdings nicht erledigt. Ohne Zerstörung der gehärteten Gehirne würde diess nicht auszumitteln seyn. Bei frischen Gehirnen geht es leichter.

Nach dem, was ich bis jetzt gesehen habe, glaube ich annehmen zu

dürfen, dass im Allgemeinen je stärker die Zerklüftung, je zahlreicher die Furchen und Windungen (beim Menschen), um so tiefer sind sie auch. Diess gilt nicht für die verschiedenen Säugethierordnungen. Beim Mikrocephalus sind die Furchen zwischen den Windungen viel weniger tief. Auffallend tief erschienen sie — ohne genaue Messungen angestellt zu haben — am Gehirne des Mathematikers Dirichlet. Bei beginnender Atrophie der Windungen werden die Furchen natürlich am Eingange weiter. Neben den tiefen primären und secundären Furchen kommen sehr seichte, mehr nur als oberflächliche, oft auch verzweigte Eindrücke erscheinende tertiäre Furchen auf den Windungen, insbesondre an jenen confluirenden Stellen derselben vor, welche man, wie namentlich deutlich, in a^1 a^1 (der ersten Stirnlappenwindung) *Inseln* zu nennen pflegt.

Das Hirn der Quadrumanen.

Es ist nicht meine Absicht, in eine detaillirte Schilderung des Hirnbaus der Quadrumanen einzugehen, wozu wir so viel schönes Material, wenn auch vielfach zerstreut, besitzen. Ich wollte hier nur so weit mich vorläufig auch in die neuerlich wieder ventilirten Streitfragen einlassen, als sich dieselben auf Oberflächen- und allgemeine Massenverhältnisse beziehen und diese wieder in Betracht kommen, wenn es sich darum handelt, zu entscheiden, ob die Mikrocephalenbildung eine Rückbildung des Gehirns, eine Annäherung an den Affentypus darbietet. Hiezu ist es nöthig, Vergleichungen zwischen dem Gehirn normaler Menschen und der Mikrocephalen und andrerseits mit dem Gehirne der Affen anzustellen.

Die älteren sorgfältigen Beobachter und Zergliederer haben schon auf die anatomischen Ergebnisse der Hirnuntersuchung beim Orang-Utang und Chimpansé einen besondren Werth gelegt. Sie kamen, wie Tyson, der uns ein für seine Zeit (1699) bewundernswerthes Werk über die Anatomie des Chimpansé geliefert hat, und Buffon, der das Gehirn vom Orang-Utang kannte, auf die Ansicht, wie man bei Tiedemann näher nachlesen kann[1]), dass das Gehirn dieser höchsten Affen absolut mit dem des Menschen übereinstimme, und schlossen gerade daraus, bei den grossen Verschiedenheiten in den Seeleneigenschaften zwischen Menschen und höchsten Affen, dass ein besonderes von der Materie unabhängiges Seelenprincip vorhanden seyn müsse, welches diese Unterschiede bedinge.

Diese Fragen, von welchen wir natürlich die letzte ganz bei Seite lassen, konnten, so weit es sich um den Unterschied anatomischer Kennzeichen zwischen Menschen- und Affengehirn handelt, bei dem damaligen Stande der vergleichenden Anatomie noch nicht beantwortet werden. Sie ruhten bisher viel-

1) Das Hirn des Negers S. 62.

fach oder wurden nur nebenbei oder auf den Grund älterer Untersuchungen erörtert, bis in aller neuester Zeit die berühmte Darwin'sche Schrift auch hier eine Anregung hervorrief, wie ich in der Einleitung bereits erwähnte.

Gehen wir zunächst von unsrer Betrachtungsweise aus, wie ich dieselbe für diese Abhandlung aufnahm, so ist es vielleicht am besten, die äusseren Configurations- und Massenverhältnisse, den Verlauf der Windungen und Furchen vom Gehirn eines typischen Affen als Ausgangspunkt zu wählen. Eine der fruchtbarsten Betrachtungsweisen der systematischen Zoologie, wenn sie sich der Lösung der Fragen über die Verwandtschaft der Arten, Gattungen und andren systematischen Typen unter einander und ihre muthmassliche Entstehung nähern will, ist unstreitig die: dass sie von einer Form aus, welche die Merkmale der entsprechenden Gruppe am vollständigsten an sich trägt, deren äussere und innere Verhältnisse auf das sorgfältigste untersucht und die Vergleichungspunkte zu den radienartig damit zusammenhängenden andren Formen aufsucht.

Das hier gewählte Beispiel wird den vorstehenden Satz klarer machen.

Unter den Quadrumanen betrachte ich die Gattung Cercopithecus als typische, gleichsam im Centrum stehende, von welcher aus Uebergangsglieder nach allen übrigen Affengattungen von einer zur andren sich nachweisen lassen. Durch die Krallen-Äffchen, Makis u. s. w. lassen sich die Meerkatzen (Cercopithecus) fortführen zu den Insektenfressern, Fleischfressern, Beutlern, Nagethieren. Auf der andren Seite lassen sich durch die Gibbons und Cynocephalen Uebergangsglieder zu den anthropoiden Affen, dem Orang-Utang, Chimpansé und Gorilla finden.

Wirkliche Metamorphosen, effective Wandelungen einer Gattung in die andre finden eigentlich nicht statt, sofern man ein Gegner des Darwin'schen Grundprincips ist. Jede einzelne Gruppe bleibt geschichtlich eben so abgeschlossen von der andren in ihrer einzelnen Art, als wenn sie durch Aufnahme eines Merkmals und Abgabe eines andren sich gar nicht annäherte.

Die Zoologie und vergleichende Anatomie hat in dieser Vergleichung der Annäherungs- und Abgränzungspunkte nun einen besondren Reiz. Es ist hier wie bei verschiednen Sprachen, welche durch Etymologie und grammatische Structur eine grössere oder geringere Verwandtschaft zeigen.

Betrachten wir das Gehirn von Cercopithecus (Tab. IV. Fig. II., Tab. III. Fig. II.), so wird es uns leicht, nach unsern bisherigen Studien der convexen Oberfläche des menschlichen Gehirns, die Windungsprovinzen darnach aufzusuchen und unsre Terminologie daran zu versuchen.

Auch hier leitet uns wieder die Centralspalte CC, sie trennt jedoch nicht so tief und weit die beiden Centralwindungen A und B. Sie läuft weder bis zum inneren Rande der grossen Längsspalte des erwachsenen Menschen, also auch nicht bis zum Bogenwulst (Gyrus fornicatus) über dem Balken (S. Fig. II. Tab. IV.). Auch nach aussen läuft sie nicht bis zum Rande des Klappdeckels, sondern beide vereinigen sich auch hier und bilden in A* (Fig. IV. Tab. III.) einen Vorsprung oder stumpfen Zapfen, welcher die beiden hier schief convergirenden Fortsätze der Sylvischen Spalte S^1 und S^2 von einander trennt. Etwas höher dahinter liegt die hier ungefaltete (d. h. nicht mit gyri breves versehene) Insel oder der Stammlappen, welche nur Affen und Menschen als typische Hirnbildung haben.

Vergleicht man damit das Gehirn des menschlichen Embryo's aus dem Anfang des 6ten Monats Fig. III—V. Tab. IV, so wird man eine Annäherung an diese Bildung bei der Meerkatze nicht verkennen; doch geht die Centralspalte bereits nicht blos tiefer, sondern weiter nach innen und aussen; sie gleicht noch mehr dem Embryo des Menschen aus dem Ende des 7ten Monats Tab. I. Fig. III. der früheren Abhandlung. Es ist also mithin zwischen Affenbildung und embryonaler Hirnbildung des Menschen in diesem Punkte eine Verähnlichung. Betrachte ich die vordere Centralwindung AA beim geschwänzten Affen, so ist sie wenig abgelöst, nicht gewunden, gerade, ohne besondre Wurzeln in die nicht deutlich gesonderten Stirnlappenwindungen wie in eine Ebene abfliessend, also auch ganz verschieden von erwachsenen Menschen, aber auch den embryonalen Menschengehirnen, vor Vollendung der Furchenbildung, ähnlich.

Dasselbe gilt von den drei Stirnlappenwindungen a^1 a^2 a^3, welche aber doch entschieden als drei Gruppen nachzuweisen sind, an der dritten bereits mit Andeutung des Zerfalls in zwei weitere. Ein Blick auf die citirten Figuren überzeugt besser, als weitläuftige Beschreibung, und man sieht zugleich, dass ein höherer Affe, ein Gibbon (Hylobates), trotz seiner grösseren Annäherung an die anthropoiden, sich in dieser Hinsicht noch ganz menschlich embryonal

uud wie Cercopithecus verhält. Es ist hier überall eine viel grössere Symmetrie auf beiden Hemisphären wahrzunehmen.

Anders bei den anthropomorphen Affen. Es zeigt sich schon, wenn man die eben beschriebenen Verhältnisse beim Orang-Utang (Tab. V. Fig. V. der ersten Abhandlung) vergleicht. Es ist diess Gehirn aber nicht vollständig gut erhalten gewesen, die Häute waren vor der Aufbewahrung in Weingeist nicht abgezogen. Man muss deshalb eine der besseren neuen Abbildungen von Gratiolet u. A. vergleichen [1]).

Dagegen dient das copirte Gehirn vom Chimpansé Tab. IV. Fig. I. gut zur Vergleichung, zeigt den Fortschritt in der Entwickelung und die Annäherung an den erwachsenen Menschen. Die Centralspalte CC ist tief, gewunden, durchgreifend von aussen nach innen; die vordre Centralwindung AA auch nach vorne von den Stirnlappenwindungen tiefer geschieden, in diese aber durch ähnliche Wurzeln oder Brücken übergehend, wie beim erwachsenen Menschen. Die erste Stirnlappenwindung a^1 a^1 zeigt eine Tendenz in zwei parallele Falten zu zerfallen, mit theilweiser Inselbildung, beide aber gerade gestreckt verlaufend, mehr mit dem weiblichen Typus verwandt, offenbar ähnlicher mit Tab. II. als mit dem Gehirn von Fuchs Tab. I.

So sehen wir also eine Serie von sich vervollkommnenden Bildungen von Cercopithecus durch Hylobates, Troglodytes, das menschliche Weib, bis zur vollkommensten Form des männlichen Gehirns und ihr parallel die Ausbildung im Fötus des Menschen. Diess wäre also hier ein Beleg für einen alten Satz der thierischen Morphologie, der früher aufgestellt, oft verworfen, wenigstens vielfach modifizirt wurde: dass der menschliche Embryo in seinen Metamorphosen die bleibenden Thierstufen durchlaufe.

Betrachten wir die übrigen Windungsprovinzen an denselben Präparaten.

Am schwierigsten unter allen Windungszügen zu benennen, zu klassifiziren und deren Homologieen beim Menschen und den Quadrumanen nachzuweisen, sind diejenigen, welche zwischen hinterer Centralwindung (B), Occipitalspalte (D) und den Schläfelappen-Windungen (c^1 c^2 c^3) liegen, da sie grösserem Wechsel unterworfen, nicht so deutlich von einander geschieden

1) Oder die Abbildung von Rolleston. Natural history Review. 1861. Nro II.

sind, vielmehr in einander übergehen, sich theilweise verbergen, indem sie unter den Hinterhauptslappen treten. Sie sind die significantesten für eine vergleichende Morphologie des Quadrumanen- und Bimanen-Gehirns.

Ich habe diese Windungen mit dem gemeinsamen Namen der Parietal-Windungen belegt, weil sie die Hauptparthie der Windungen ausmachen, welche unter den Scheitelbeinen liegen und ihr Centrum und ihre stärkste Entwickelung beim Menschen gerade unter den Scheitelbeinhöckern haben, deren Abwesenheit oder geringe Prononcirtheit dagegen bei den Affen die geringere Entwickelung dieser Hemisphären-Windungen nach aussen bedingt oder mit ihr vergesellschaftet ist.

Ich begreife hier zusammen, was Gratiolet als pli courbe ausser der hinteren Centralwindung zu dem Parietal-Lappen und als erste und zweite Uebergangswindung (premier et second plis de passage) bereits zum Hinterhauptslappen rechnet.

Um in diese sehr schwierige und verwickelte, durch eine überreiche Synonymie bei Burdach, Huschke, Gratiolet noch complizirter gewordene Windungsmasse mehr Klarheit für die Darstellung und Leichtigkeit der Orientirung für Dritte zu bringen, bediene ich mich des demonstrativen Ganges durch die hier beigelegten Abbildungen. Bei den gewöhnlichen typischen Affen (Cercopithecus etc.) ist diese Parthie noch zu wenig entwickelt, nach hinten durch Unterschlüpfen unter den Klappdeckel des Hinterhauptslappens zu complizirt. Beim Menschen ist die Parthie allzu zusammengesetzt und am meisten variirend. In sehr schöner mittlerer Entwickelung befindet sich dieselbe beim Chimpansé, weshalb ich diesen zum Ausgangspunkt wähle.

Betrachtet man das Chimpansé-Gehirn von oben Tab. IV. Fig. I.[1]) und geht man von der grossen Hirnlängsspalte, welche beide Hemisphären trennt, aus: so wird auf beiden Seiten nach vorne durch den Anfang der Rolando'-schen (Central-)Spalte C, nach hinten durch die Occipitalspalte D, nach innen durch die grosse Längsspalte eine geschlängelte Windung klar abgegrenzt, welche mit b^1 b^1 b^1 bezeichnet ist, von mir *erste Parietalwindung* genannt,

---

1) Man vergleiche damit die Photographie von Marshall. Nat. hist. Review Vol. I. Pl. VI, wo 5^{11} unserm b^1, 5^1 unsrem b^2, 6 und 6 unsrem b^3 entspricht.

und nach innen an die *zweite Parietalwindung* stossend. Dieser Windungszug ist seit Burdach als Vorzwickel (Praecuneus) bekannt und beschrieben. Wie ich in der ersten Abhandlung gesagt und seitdem bei einer Reihe von Gehirnen wiedergefunden habe, besteht derselbe beim Menschen gewöhnlich aus drei eingeknickten Windungsschlingen, die hinter einander liegen. Diese Windung stösst nach aussen unter sehr verschiedenen Verhältnissen und grossen Variationen an meine 2te Parietalwindung, von welcher sie bald deutlich zu sondern ist, oft in sie continuirlich übergeht und nicht scharf getrennt werden kann, auch gewöhnlich auf beiden Seiten sehr verschieden sich verhält.

In dem vorliegenden Chimpansé-Gehirn ist sie links sehr schön getrennt, isolirt, typisch entwickelt und ähnlich, wie in der Mehrzahl der Fälle beim Menschen. Rechts ist das nicht in dem Maasse der Fall, sie ist weniger von b^2 abgesetzt, aber immerhin deutlich. In dem Marshall'schen Chimpansé-Gehirn sind beide Windungen noch mehr vereinigt und bilden eine Insel, welche durch stärkere Furchen von den benachbarten Windungen abgetheilt werden. Im weiblichen Gehirne Tab. II. kommt man auch in Verlegenheit, wie weit man in b^1 und b^2 in der Annahme gehen und ob man nicht lieber beide als eine gemeinsame Windungsparthie nehmen soll und dann nur zwei Parietalwindungen überhaupt anzunehmen hätte, was ich nicht tadeln würde, denn ein ähnliches ineinander Uebergehen zeigt sich auch in den vier Gehirnen von Gauss, Dirichlet, Hermann und Krebs (Tab. V. der ersten Abhandlung), während das Gehirn von Hausmann (ebendas. Tab. I. Fig. I und II.) namentlich (ebenfalls links) eine grosse Uebereinstimmung mit Tab. IV. Fig. I. zeigt[1]), wogegen wieder das Gehirn von Fuchs mit den meisten übrigen Gehirnen übereinstimmt. Auch beim Orang — dessen Gehirn beträchtliche individuelle Nüancen zu zeigen scheint — bilden beide Windungen mehr einen gemeinsamen insularen Lappen, der in eine innere und äussere Abtheilung (b^1 und b^2) zerfällt (vgl. Tab. V. Fig. V. der ersten Abhandlung).

Bei Cercopithecus ist b^1 ein deutlicher einfacher, gerade gestreckter Wulst, welcher den Vorzwickel bildet und sich durch seine Lage deutlich

---

1) Merkwürdiger Weise zeigt die Abbildung des Chimpansé-Gehirns von Schröder v. d. Kolk und Vrolik auch links b^1 und b^2 mehr abgesondert als rechts.

kennzeichnet. Er entspringt nur nach oben aus der hinteren Centralwindung mit viel breiterer Basis, welche hier ein Furchen-Rudiment (tertiäre Furche), einen Eindruck hat, durch welchen eine Andeutung in ein Zerfallen sehr deutlich ausgedrückt ist, indem dann der äussre Theil als die aus der hinteren Centralwindung entspringende Wurzel der zweiten Parietal-Windung betrachtet werden kann.

Diese selbst nun (b^2) weiter zu beschreiben, davon kann Umgang genommen werden. Sie trennt, wo sie entwickelt ist, Vorzwickel, Scheitelhöcker-Windungen (b^3) und den Anfang der beiden ersten Schläfelappen-Windungen (c^1 und c^2) und ist vom Hinterhauptslappen, in den sie übergeht, nur dann äusserlich geschieden, wenn eine entwickelte hintere Occipitalspalte D, wie bei den Quadrumanen, vorhanden ist.

Die dritte Parietalwindung (b^3) bildet beim Menschen die in der ersten Abhandlung beschriebene Gruppe von Windungen, welche sich gewöhnlich als drei kleine insulare Massen bei der Mehrzahl der Menschen formiren und auch sehr zweckmässig *Scheitelhöcker-Windungen* genannt werden können. Sie gewinnen daher immer noch in der perspektivischen Ansicht von oben (Tab. I und II.) einen ansehnlichen Umfang, bilden unter dem Scheitelhöcker einen gemeinsamen sich nach allen Seiten ausdehnenden Hügel. Vgl. auch Tab. VI. Fig. I und II. der ersten Abhandlung.

Eine Reihe vergleichender Untersuchungen bei gehärteten Menschengehirnen, männlichen und weiblichen, haben hier eine grosse Uebereinstimmung gezeigt. Immer sind die drei Inseln, jede mit doppelten Schlängelungen, deutlich, von denen die vorderste an den Sporn der hintern Centralwindung und die Sylvische Spalte stossend, mit einfacher Wurzel beginnend, gewöhnlich die kleinste, die hinterste oder auch die mittelste die grösste ist [1]).

Bei Cercopithecus und den meisten typischen, geschwänzten Affen sind sie auf eine einzige bogenförmige Windung reduzirt, welche sich (b^3 Fig. IV.

1) Aehnlich habe ich es noch kürzlich in frischen Gehirnen z. B. bei Siebold und dem trefflichen Kupferstecher Lödel gefunden, welcher die Gehirne der ersten Abhandlung stach und zeichnete und seitdem selbst an einer Hirnkrankheit mit merkwürdigen Symptomen, die sich vorzüglich in Schwund des Gedächtnisses aussprachen, an einer Erweichung des Ammonshorns der linken Seite starb.

Tab. III.) zwischen hinterer Centralwindung und erste Schläfenwindung hereinschiebt und von dieser als paralleler Wulst von beiden durch die Sylvische Spalte abgetrennt wird. In der Scheitelansicht (Tab. IV. Fig. II.) bildet dieser Bogen gleichsam ein kleines Scheitelhöckerläppchen (Pli courbe Gratiolet).

Beim Chimpansé sieht man dagegen (Tab. IV. Fig. I. b^3 b^3) eine grössere Menschenähnlichkeit, indem diese Parthie sich stärker insular entwickelt hat und so ist es auch beim Orang (Tab. V. Fig. V. b^3 der früheren Abhandlung) [1]), also auch hier eine Mittelstellung zwischen gewöhnlichen Quadrumanen und dem Menschen.

Das, was nun Gratiolet Uebergangswindungen (plis de passage) nennt, sind nach meiner Ansicht Windungen der entsprechenden Parietallappen, die wir beim Menschen entweder als fehlend oder wohl richtiger als frei zu Tage liegende hintere Enden der Parietalwindungen bezeichnen müssen, während sie, vom mächtigen Deckel des Hinterhauptslappens überstiegen, hier in die Tiefe der Occipitalspalte tauchen und nur gesehen werden, wenn man diese Spalte bei frischen Gehirnen auseinander zieht, wo sie dann, wie in *** Fig. II. Tab. IV. sichtbar werden.

In wie weit diese untertauchenden Uebergangswindungen wirklich bei Affen durchgreifen und namentlich bei den anthropoiden Affen zum Unterschied vom Menschen vorkommen, wie Gratiolet angiebt, kann ich aus Mangel ausgedehnter eigener Untersuchungen nicht sagen. Indess kommt Rolleston in seiner sehr sorgfältigen neuen Arbeit über das Orang-Utang-Gehirn ausführlich auf diesen Gegenstand [2]). Nach Gratiolet nehmlich wäre die erste Uebergangswindung nur beim Menschen, beim Orang und Ateles oberflächlich, bei allen anderen Affen unter dem Operculum des Hinterhauptslappens verborgen. Rolleston fand aber, dass diese oberflächliche Lage durchaus kein allgemein charakteristisches Merkmal, weder am menschlichen Gehirne, noch an dem des Orangs ist und dass drittens beim Chimpansé diese Windung bald oberflächlich sichtbar ist, bald nicht.

Rolleston's Bemerkungen sind in dieser Hinsicht für die allgemeine

---

1) So wie beim Gibbon Tab. I. Fig. IV. b^3 der ersten Abhandlung.

2) A. a. O. p. 211.

Morphologie und den Werth solcher einzelner Verhältnisse bei Menschen- und Affengehirn sehr interessant. Von sieben nach Zufall aufbewahrten Menschengehirnen, besassen drei diese Windung auf beiden Seiten völlig oberflächlich in der Lage; im 4ten fehlte sie auf der einen Seite, am 5ten war sie an einer Seite durch die überhangende Ecke der Hinterhauptslappen verborgen, im 6ten erreicht sie auf der linken Seite nicht die Ebene, wo sie Hinterhaupts- und Scheitellappen verbindet. Am 7ten Gehirne liegt sie in einer tiefen Spalte oder Kluft (chasm), zeigt aber auf beiden Seiten beträchtliche Verschiedenheiten. Diess 7te Gehirn gehörte einem Gärtner, der mehr als mittlere Intelligenz besass und dessen Gehirn gerade aufbewahrt wurde wegen seiner auffallenden Grösse und seines Windungsreichthums. Gerade die hier, wie bei den Affen, in einer Spalte liegende Windung führt Rolleston dafür an, gegen die verborgene Lage der Windung als Zeichen von Degradation, da sie bei einem intelligenten Gehirne vorkam.

Aus diesem Grunde, wegen der grossen Variabilität dieser Bildung, ist Rolleston der Ansicht, dass sie als ein spezifisch-zoologisches Merkmal keine solche Bedeutung habe. Unter zwei Orangs-Gehirnen war die Windung einmal auf beiden Seiten, einmal nur auf der linken Seite verborgen. In einem Chimpansé-Gehirne fand er auf der rechten Seite die Windung auf gleicher Höhe mit den verbundenen Lappen.

Es ist hier eine allgemeine Bemerkung von Rolleston sehr richtig, dass wir in gewisse beständigen und scharf markirten Bildungen bei einzelnen Gliedern wohl umschriebener Thierfamilien bei höheren Arten, also z. B. in der Ordnung der Affen und in den höheren Varietäten des Menschen, mehr Veränderlichkeit als Constanz finden. Gerade die Veränderlichkeit bezeichne beim Chimpansé die höhere Stellung in der eigenen Ordnung.

Die zweite Uebergangswindung zwischen Scheitelbein- und Schläfelappen ist nach Rolleston beim Menschen immer vorhanden und immer oberflächlich, ist aber unveränderlich fehlend bei den anthropoiden Affen, wie überhaupt bei den Affen der alten Welt, während sie nach Gratiolet bei dem Cebus capucinus und bei Ateles (hier mit der ersten Uebergangswindung) vorkommt.

Ich habe diese Angaben angeführt, um zu zeigen, wie vorsichtig man

seyn muss, anatomische Bildungen überhaupt und namentlich im Gehirn als specifische Merkmale in Bezug auf Systematik in Anwendung zu bringen.

Der Schläfelappen ist derjenige, welcher bei Menschen und Affen die grössten Uebereinstimmungen in der Grundformation seiner Windungen und Spalten zeigt, nur seine Begrenzung nach oben und hinten, wo er in Scheitel- und Occipitallappen übergeht, ist immer etwas willkührlich. Derselbe bietet in der ganzen Gruppe der Affen nur wenige typische Variationen dar, die aber gerade ausserordentlich interessant sind wegen ihrer Beziehung zur zoologischen Systematik und zur Entwickelungsgeschichte beim Menschen.

Dieser Lappen zerfällt bekanntlich beim Menschen, wenn man den innern untern auf der Basis liegenden Theil mit hinzu nimmt in 5 parallele Windungszüge, welche zum Theil nur unvollkommen von einander abgetheilt sind und von denen drei an der äusseren convexen Windungsfläche des Gehirns liegen, die wir stets mit c^1 c^2 c^3 als erste, zweite und dritte oder obere, mittlere und untere Temporalwindung bezeichnet haben.

Von diesen ist immer die oberste parallel der hinteren Verlängerung der Sylvischen Spalte verlaufend durch eine dieser parallel gehende tiefe und continuirliche Spalte von der zweiten mittleren Schläfewindung getrennt, welcher Gratiolet zweckmässig den Namen *Parallelspalte*, Scissura parallela, gegeben hat, die ich acceptire und künftig mit E E bezeichnen werde, wie auf Taf. III und IV. geschehen ist. Die zweite Windung ist von der dritten, diese wieder von der vierten inneren viel weniger tief abgeschieden. Die Furchen, welche zwar der Parallel- und Sylvischen Spalte ebenfalls parallel ziehen, sind unterbrochen, seichter, nie so klaffend.

Auch hier zeigt sich das allgemeine Gesetz, wo die Windungen in den Stirnlappen und im ganzen Gehirn bei einzelnen Individuen mehr gewunden und complizirter, die Furchen zahlreicher sind, sind sie es auch am Schläfelappen. In diesem Falle fliessen die Furchen zwischen zweiter und dritter Windung mehr zusammen, isolirt sich die zweite und dritte Temporalwindung c^2 und c^3 mehr, diess sieht man z. B. im Gehirn von Gauss in der Seitenansicht (Tab. IV. der früheren Abhandlung) im Vergleich zu dem 2ten einfachen Gehirne (ib. Fig. II.). Noch auffallender ist der Unterschied zwischen

dem männlichen Gehirn bei Gratiolet[1]) und dem damit zusammengestellten Gehirn der Hottentotten-Venus in der Seitenansicht, wo die Parallelfurche sehr stark, die zweite und 3te Windung jedoch, wegen fast mangelnder Furchenbildung, kaum von einander abgesetzt sind.

Die erste Schläfewindung geht immer nach oben in der Art in die Parietallappen und Occipitallappen über, dass sie mit einem vorderen Schenkel in den hintersten Theil der 3ten Parietalwindung (Scheitelhöckerlappen) b^1 und nach hinten in die zweite Occipitalwindung d^2, oft unter Theilnahme der zweiten Schläfewindung übergeht (vgl. z. B. Tab. VI. der früheren Abhandlung, Tab. III. Fig. III. beim Mikrocephalus).

Vergleicht man hiemit unsren typischen Affen (Cercopithecus) Tab. III Fig. IV., so liegt auch hier der oben geschilderte Plan und zwar in grösster Einfachheit vor. Die erste Temporalwindung c^1 verläuft fast ganz gestreckt, mehr senkrecht als beim Menschen, ohne Schlängelungen parallel mit dem hinteren Schenkel der Sylvischen Furche, durch die tiefe, starke, fast ganz senkrecht gestellte Parallelspalte von der zweiten Windung getrennt, oben mit der zweiten b^2 (pli courbe) und dritten Scheitellappenwindung b^3 verbunden. Von der parallellaufender dicken zweiten Schläfelappenwindung (c^2) ist die dritte nur unten (c^3) abgetrennt und angedeutet, während die zweite nach hinten in die unterste Occipitallappenwindung d^3 übergeht, wo der menschliche Typus kaum mehr kenntlich ist und verschwindet.

Ueberaus interessant ist nun ein Verfolg der Bildung der typischen Affengruppen einerseits zu den anthropoiden, andrerseits zu den Krallenaffen. Hiezu muss man die schönen Tafeln von Gratiolet zur Hand nehmen und insbesondere ist die colorirte Tab. XII., welche eine so geistreiche schematische Darstellung des Bildungsplans des Affengehirns giebt, sehr geeignet das zu verfolgen, was ich sagen will.

In allen Gehirnen tritt die äussere Configuration des Schläfelappens beim Menschen und Affen als eine constante, fast unveränderliche auf, welcher in den niedersten Affen bei Oedipus und Jacchus[2]) ein noch dicker, unge-

---

1) Plis cérébraux Tab. II.

2) Pl. XI Fig. 14 und 17.

furchter, windungsloser Zapfen ist, den die Sylvische Spalte nach vorne abgrenzt. Wie ein kurzer Stiel am Hammer sitzt dieser Lappen am Gehirn, oder wie der untere Stab eines grossen lateinischen T, von dem oben nach vorne der Stirn- nach hinten der Hinterhauptslappen als zwei ähnliche Zapfen abgehen. Jedoch sieht man eine kleine flache Delle bei Jacchus vulgaris als erste Andeutung oder Einsenkung, als einen Vorläufer der Fissura parallela, welche bereits bei Oedipus ein kurzes Spältchen, das sich bei Nyctipithecus, Callithrix und beim Saïmiri[1]), bereits zu einer tiefen Parallelspalte erweitert und verlängert und erste und zweite Schläfewindung von einander scheidet, ohne sie jedoch noch, wie bei den typischen Affen, bis an die Spitze von einander zu trennen.

Bei den Sapajous, bei allen Affen der alten und neuen Welt, den Makaken, Cynocephalen und Meerkatzen u. s. w. bilden sich nun mehr oder weniger stark und tief, oft sehr wechselnd, wohl selbst bei Individuen verschieden, die zweite Parallelfurche und dem entsprechend die 2te und 3te Windung aus, mit unendlichen kleinen, unscheinbaren Modificationen, aber immer streng nach einem Typus, welche c^2 und c^3 trennt, bald vorne, bald hinten, bald in der Mitte mehr angedeutet oder entwickelt ist. Hier überall ist nach oben das Zusammenfliessen beider Schläfewindungen mit den Parietalwindungen (erster und zweiter) nach oben so und zwar so einfach, dass eben dadurch hier jener charakteristische Windungsbogen liegt, den Gratiolet als pli courbe (meine 2te Parietalwindung b^2) bezeichnet hat.

Auch die Hylobates und Semnopithecus zeigen hier noch, gerade wie die typischen Affen, einfachere Furchungsverhältnisse als der Mensch und die anthropoiden Affen wahrnehmen lassen. Nach den Abbildungen von Gratiolet und den andren mir bekannten zeigt sich aber auch beim Orang und Chimpansé nicht blos eine etwas grössere Complication durch stärkere Schlängelung der bei den übrigen Affen mehr gestreckten Schläfelappenwindungen, sondern auch eine grössere individuelle Variation, wie sie Rolleston für die Uebergangswindungen nachgewiesen hat. Auch die Combination mit dem untren Hinterhauptslappen wird im Gegensatz zu der Formation bei Cercopithecus eine viel menschenähnlichere.

1) Ib. Fig. II. 8, 5.

Was nun den Hinterhauptslappen betrifft, so hat dieser das eigenthümliche vor dem Schläfelappen voraus, dass er gerade bei den typischen und anthropoiden Affen vielmehr eigenthümliches, von der menschlichen Bildung abweichendes hat, während er dagegen bei den niederen oder Krallenaffen der menschlichen, namentlich in seiner embryonalen Gestalt, viel näher steht. Bei diesen nähmlich und auch vielleicht bei einigen andren Gattungen der Affen der neuen Welt, namentlich Ateles[1]) und vielleicht Lagothrix fehlt jene tiefe Occipitalspalte, welche selbst bei den höchsten anthropoiden Affen den überall viel mächtiger entwickelten Occipitallappen, der beim Menschen dagegen so verkümmert erscheint, von den übrigen Lappen tief abgrenzt.

Bei den typischen Affen, also z. B. Cercopithecus greift die grosse Occipitalspalte tief von innen quer über die hintere Hirnfläche nach aussen (Fig. III. Tab. III. Fig. II. Tab. IV. DDD und wird überragt von einem grossen windungslosen Lappen, welchen man nur unvollkommen dem hier liegenden ersten Occipitallappen (d^1) beim Menschen parallelisiren kann und der nun bei allen übrigen Affen, den Pavianen, Gibbons, den Makaken u. s. f. und zugleich mit der grossen Spalte auch bei den anthropoiden Affen z. B. dem Chimpansé gefunden wird (Tab. IV. Fig. I.), wodurch diese Partie auch bei den höchsten Affen ein von der Bildung beim Menschen sehr abweichendes Ansehen bekommt. Nach aussen und unten von ihm löst sich ein zweiter Lappen ab, den man theils dem untern Hinterhauptsläppchen (d^3) theils der sich hier einschiebenden zweiten Hinterhauptswindung des Menschen als homolog betrachten kann. Der Lage nach muss man ihn auch mit letztrem, d^2 bezeichnen, obwohl er die Spitze des Hinterhauptslappens mit formiren hilft, wie d^3 beim Menschen. Unter ihm breitet sich von innen nach aussen und hier mit c^2 vereinigt ein dritter Lappen aus, den wir hier als dritte Hinterhauptslappenwindung bezeichnet haben.

Indem diese Lappen bei den höheren Affen (Chimpansé und Orang-Utang) etwas mehr gefurcht und in Windungen sich lösend erscheinen, nähern sie

1) Vgl. die Abb. von Ateles Paniscus von Huxley Proceedings of the Zoological Soc. Juni 11. 1861. Plate XXIX (eine vortreffliche Monographie eines Gehirns eines Affen der neuen Welt) und auch Gratiolet Planche X. Fig. 1 und 5, und Pl. XII. Fig. II.

sich allerdings dem Menschen etwas mehr, behalten aber doch vollständig den Affentypus.

Dadurch dass beim Menschen der immer nur künstlich abzusondernde Occipitallappen sich in ein Convolut kleinerer Windungen auflöst, welche ohne Grenze in die Parietal- und Temporalwindungen übergehen, während bei den Affen, mit Ausnahme der niedersten Formen, dieser Lappen weit grösser, weniger getheilt, aber stärker abgesondert erscheint und sich kleine Windungen, die beim Menschen jedenfalls freiliegen, zwischen denselben und die Parietal- auch Temporalwindungen schieben (1—4 Plis de passage Gratiolets) die ich theils zum Parietal- theils zum Occipitallappen rechne, — also bei den Morphologen keine solche Uebereinstimmung herrscht, wird die Reduction des Affen- auf den Menschentypus, oder umgekehrt, schwieriger.

Gerade darin beurkundet sich auch eine durchgreifende Verschiedenheit der typischen, wie anthropoiden Affen im Hirnbau und, wie wir später sehen werden, die Mikrocephalen bestätigen diese Verschiedenheit des typischen Charakters des Menschengehirns.

Interessant ist es nun, in Bezug auf Schläfen- und Hinterhauptslappen den menschlichen Fötus vom Ende des 5ten oder Anfang des 6ten Monats zu vergleichen, wozu wir wieder unsre Abbildungen Tab. IV. Fig. III—V. herbeiziehen.

Man sieht hier erstens, wie diess früher für den Stirnlappen erwähnt ist, dass die Entwickelung nicht auf beiden Seiten ganz gleich stattfindet. Auf der rechten Seite (Fig. IV) sind kleine Grübchen und Kräuselungen, noch keine Hauptfurche vorhanden. Diese und zwar die Parallelfurche E, ist aber links stark und kräftig angelegt, während die übrigen Kräuselungen schwächer sind. Im ersten Augenblick glaubt man, man habe hier eine abnorme Einkerbung vor sich; die Richtung der Parallelfurche ist anders als früher. Es kommt diess aber daher, dass dieser Theil des Schläfelappens noch weiter zum Verschluss der Sylvischen Spalte verwächst, während auch die Centralwindungen als Klappdeckel nach unten wachsend, den Stammlappen überwölben, wodurch die weitklaffende Oeffnung der Sylvischen Grube bis auf die zwei Spalten zugedeckt wird. Der Schläfelappen gleicht hier mehr dem der allerniedrigsten Affen, während sehr bald überall in den Affengattungen die Parallelspalte als

mächtigste auftritt so wie, nach Gratiolet, gerade auch in den Embryonen der Affen sich früher entwickelt, während bei den menschlichen Embryonen hier die Stirnlappenwindungen zuerst angelegt werden.

Die Occipitalspalte D D bleibt beim Menschen rudimentär und es ist keine Spur jener charakteristischen Hinterlappenbildung vorhanden, die wir so eben als Kennzeichen der anthropoiden und typischen Affen kennen gelernt haben, so dass also die menschlichen Embryonen hier auf der Stufe der niedersten Affen stehen, nur dass leise Kräuselungen und Eindrücke, als Andeutung der späteren Bildung beim Menschen, auch hier auftreten.

Ein Blick auf die schönen Darstellungen von Gratiolet bei Leuret pl. XXIX, wo zum Vergleich auch ein Saïmiri-Gehirn gegeben ist, wird meine eben ausgesprochenen Ansichten bestätigen.

Im Uebrigen beziehe ich mich auf das, was oben über den theilweisen Parallelismus und eben so die theilweise Discrepanz dieses Parallelismus zwischen zeitlicher Metamorphose im Menschengehirn und beharrlicher Bildung in deren Beziehung zu der systematischen Gliederung der Quadrumanen gesagt ist.

Die Bildung des von Theile beschriebenen Mikrocephalen-Gehirns.

Die vorstehenden Betrachtungen bahnen uns den Weg zu einem richtigen Verständniss der Hirnbildung der Mikrocephalen und ich wähle auch hier die einfachste Methode zum Verständniss, indem ich das einzige Mikrocephalengehirn, das ich durch die Güte Theile's studiren konnte und so weit es sich auf die Windungen der convexen Oberfläche bezieht, einer vergleichenden Betrachtung mit dem normalen Menschengehirn, und mit dem der typischen und anthropoiden Affen unterwerfe, und zwar im Lichte der Entwickelungsgeschichte.

Fig. I. Tab. III. giebt uns das grosse Gehirn von oben, gehärtet im Weingeist ausserhalb der Schädelhöhle. Dass es seine Form nur wenig verändert, sich auch nicht beträchtlich verkleinert hat, zeigt der nebenanstehende Gypsausguss der Schädelhöhle Fig. II. Es wird bedeutend vom kleinen Gehirn überragt, was bei keinem Fötalgehirn nach dem 4ten Monat der Schwangerschaft, bei keinem Affengehirn der Fall ist.

Es zeigt einfache wenig geschlängelte Windungen, in denen wir sogleich den menschlichen Typus erkennen. AA die vordere, BB die hintere Centralwindung, getrennt durch die Centralfurche CC. Am wenig entwickelten Stirnlappen erste und zweite Stirnlappenwindung a^1 a^2 einfach, gerade gestreckt, wenig gewunden, die dritte a^3 etwas mehr geschlängelt, getheilt; überall durchaus der menschliche Typus aber in einfachster Form, daher hinter den normalen Gehirnen, einfachen und zusammengesetzten (Tab. I und II.) zurückstehend, nur die Hauptfurchen sind da, sekundäre Einschnitte in geringerer Zahl; daher der kolossale Unterschied beim Menschen, wie früher S. 92 und auf Tabelle II. angegeben. Es verhält sich die Gesammtlänge der Furchen der Stirnlappen in Millimetern beim:

Mikrocephalus zu . . . 322mm
bei Gauss 2145
bei einer 29jähr. Frau 1726.

Von der Seite betrachtet zeigt sich das Eigene, dass keine hintere Verlängerung der Sylvischen Spalte vorhanden, dass hier der Klappdeckel, respektive die untern Ränder der beiden Centralwindungen AB und die dritte Parietal-Windung (Scheitelhöckerlappen) oben mit der ersten Temporallappen-Windung c^1 c^1 verwachsen sind und an der Stelle der Sylvischen Spalte nur eine kleinere gewöhnliche Spalte liegt, während dagegen an dem Schläfelappen selbst, den wir immer so constant gefunden haben, die Parallelspalte E ansehnlich, die zweite und dritte Schläfelappenwindung c^2 c^3 entwickelt, durch unterbrochene Furchen getheilt erscheinen. Ausserordentlich viel grösser tritt uns die Reduction im Parietallappen entgegen. Der Zwickel oder die erste Parietalwindung b^1 ist kurz ohne Windungen, eben so angedeutet aber rudimentär die zweite b^2. Die höchste Verkümmerung, ganz auf das Rudiment der einen kurzen Windung reducirt, zeigt die sonst so entwickelte Scheitelhöcker- oder die dritte Parietalwindung b^3. Sie steht ganz auf der Entwickelungsstufe der entsprechenden b^3 bei den typischen Affen (Fig. IV. Tab. III. Fig. II. Tab. IV.). Eben so rudimentär ist der das kleine Gehirn lange nicht bedeckende Hinterlappen, an dem man jedoch keine versteckte Uebergangswindungen (plis de passage) wahrnimmt, sondern ganz den menschlichen Typus in d^1 d^2 und d^3 in möglichst reducirter oder atrophischer Form. Durch die ganz menschliche, kleine Occipitalspalte DD, wird der Zwickel d^1 vom Vorzwickel b^1 getrennt.

Man sieht, man hat ein Gehirn vor sich, das in seiner vorderen Parthie, Stirn- und Scheitellappen, die einfacheren Verhältnisse des Affentypus und des 7—8monatlichen Embryo zeigt; in der Ausbildung der Windungen steht es hier selbst dem Orang-Utang- und Chimpansé-Gehirne nach, wie es ein Blick auf Tab. IV. Fig. I. zeigt.

Dagegen hat diess Gehirn gerade in seinem hinteren Theile nicht die geringste Aehnlichkeit mit den Affengehirnen, deren Hinterlappen so mächtig entwickelt sind; es ist durchaus der menschliche Typus, aber verkümmert.

Die Verwechslung des Schläfelappens mit dem Klappdeckel, das Fehlen

des Stammlappens, dessen schon Theile gedenkt, ist eine rein pathologische, nicht in der Entwickelung begründete Misbildung.

Das grosse Gehirn ist hier sowohl in seiner Massenentwickelung, als in der Bildung der Windungen, als in seinem Verhältniss zum kleinen Gehirn zurückgeblieben.

Die Wägung der vom grossen Gehirne an den Grosshirnstämmen abgelösten, im Zusammenhange gelassenen Theile: Kleinhirn, Brücke und Medulla, ganz in dem Sinne wie S. 36 der ersten Abhandlung, ergab das Verhältniss von Hirnstamm und Kleinhirn zu den Hemisphären = 1 : 3,5, also viel ungünstiger, als beim Orang-Utang, wo ich es = 1 : 5,0 gefunden hatte.

Was die übrigen Verhältnisse des Baus des vorliegenden Gehirns betrifft, so hat mein Freund Theile eine so sorgfältige und exakte Beschreibung gegeben, wie man dieselbe von einem so gewiegten Anatomen und gründlichen Schriftsteller zu erwarten gewohnt seyn musste. Es ist diess die *einzige* umfängliche und genaue Beschreibung, die wir bis jetzt von einem Mikrocephalen-Gehirn besitzen. Es bleibt mir daher auch nichts übrig, als aus seiner Beschreibung einen kurzen Auszug zu geben, was ich möglichst mit seinen eigenen Worten thun werde, um dann daran noch dasjenige anzureihen, was mir an weiterem Material über den Hirnbau der Mikrocephalen vorliegt [1]).

Theile erhielt den Kopf und das unverletzte Gehirn dieses 26jährigen männlichen Individuums vom Herrn Medizinal-Rath Wedel in Jena.

Das Individuum mass vom Scheitel zur Fusssohle 61 Zoll rheinisch, die Schulterbreite betrug 13 Zoll. Die Gestalt des Gesichts und des ganzen Kopfes erinnerten auffallend an die vor einigen Jahren zur Schau herumgeführten sogenannten Aztekenkinder. Das Haupthaar war wollig und blond; auch an der Oberlippe zeigte sich wolliges Haar, gleichwie an den ziemlich entwickelten Geschlechtstheilen. Die vorstehenden Augen waren in den letzten Jahren cataractös geworden. Das Individuum entstammte gesunden Eltern, von denen noch mehrere geistig und körperlich gesunde Kinder gezeugt worden sind. Die Mutter indess soll zwei blödsinnige Geschwister gehabt haben,

1) Vgl. Theile a. a. O. S. 210 u. f. mit Abb. des Schädels und einigem Hirndetail.

die im Alter von etwa 40 Jahren starben. Erst mit dem fünften Jahre lernte der Knabe stehen und gehen; der Gang war ein trippelnder. Er stiess unartikulirte Töne aus, wenn er in Erregung kam oder ein Begehren zu erkennen geben wollte; nur das Wort »Mutter« soll er ziemlich deutlich ausgesprochen haben. Löffel, Messer und Gabel lernte er nicht handhaben; er nahm die Speisen, nach dem Ausdrucke der Eltern, wie mit einem Katzenpfötchen. Kuchen unterschied er vom Brode und warf solches weg, wenn er bei anderen Kuchen sah; bei bevorstehenden Witterungsveränderungen soll er gewöhnlich eigenthümlich kreischende Töne ausgestossen oder sich in einem krankhaften Zustande befunden haben, wobei er namentlich häufig nach dem Kopfe griff. Geschlechtliche Regungen wurden niemals bemerkt. Da der Knabe die Stuhl- und Harnentleerung nicht beherrschte, so wurde er stets in weibliche Kleider gesteckt, die er zwar ausziehen konnte, aber nicht anzuziehen verstand. In dieser Kleidung sah man ihn wohl unter der Dorfjugend, etwa nach Art eines Hausthieres, das sich an die Menschen gewöhnt hat; denn an den Spielen der Kinder konnte er nicht Theil nehmen. Späterhin wurden übrigens die Eltern verwarnt, das affenartig aussehende Individuum nicht im Dorfe herumlaufen zu lassen.

Eine vollständige, auf alle drei Körperhöhlen ausgedehnte Section des an chronischer Meningitis verstorbenen Individuums war nicht zulässig. Das auf gewöhnliche Weise (unter Zurücklassung der Hypophysis) aus dem Schädel genommene und noch von Arachnoidea und Pia mater umhüllte Gehirn, wog im frischen Zustande 10¼ Unzen preuss. Med. Gewicht.

Die sehr genaue und sorgfältige Beschreibung des knöchernen Kopfes hier auszugsweise wieder zu geben, liegt nicht in meinem Plane. Nur Folgendes mag hier stehen. An der Grössenverminderung des, wie gewöhnlich sehr prognathen Schädels — dessen Diagonaldurchmesser von der Kinnhervorragung bis zur stärksten Hervorragung am Hinterhauptsbeine nur 19 Cm, statt 24. 3 Cm wie am Normalschädel betrug — hatte der eigentliche Schädel sowohl als das Gesicht Theil, aber der Schädel in weit höherem Maasse. Der in gewöhnlicher Weise genommene Gesichtswinkel beträgt nur etwa 53½°. So sehr die Profil-Ansicht durch alle Momente an die thierische Bildung er-

innert, so erhält sich doch der menschliche Typus in dem Kinne; es ist ein Mentum prominens.

An der Aussenfläche des eigentlichen Schädels zeigen sich mehrfache Spuren eines abgelaufenen entzündlichen Processes. Der Schädel zeigt in dem gewöhnlichen Horizontalschnitt 3—4 Mm dicke Wandungen. Nur oberhalb und hinter den Proc. mastoidei erreichen die Knochen eine Dicke von 5—6 Mm. Die Kranz- und Pfeilnaht sind in der ganzen Ausdehnung vollkommen beweglich; ebenso die Lambdanaht mit Ausnahme einer kleinen Strecke am unteren Ende des linken Schenkels. An der Aussenfläche des Schädels sind alle diese Nähte zahn- und sägeförmig gestaltet, an der Innenfläche dagegen legen sich die Knochen harmonieartig an einander. Die übrigen Nähte zwischen den Schädel- und Gesichtsknochen sind auch noch unverwachsen, mit alleiniger Ausnahme der Sutura squamosa, die auf beiden Seiten so vollständig verwachsen ist, dass weder auf der Aussen- noch auf der Innenseite eine Spur derselben wahrzunehmen ist. An der Schädelbasis ist die Sutura spheno-orbitalis noch durchaus unverwachsen. Der Keilbeinkörper und die Pars basilaris sind in der Schädelhöhle vollständig synostotisch verbunden; an der unteren Fläche zeigt sich aber noch ein deutlicher querliegender Spalt zwischen beiden Knochen, der ohne Zweifel im frischen Zustande noch einen Rest des Sphenobasilarknorpels enthielt. In der Schädelhöhle werden im Allgemeinen die scharfkantigen Bildungen vermisst. Die Crista galli, die Alae parvae des Keilbeins haben etwas Abgerundetes und Kolbiges; dabei reichen auch die letzteren nicht bis zur Seitenfläche des Schädels und so ist der scharfrandige Vorsprung, wodurch die vordere und mittlere Schädelgrube getrennt werden, sehr unvollständig ausgebildet. Statt der Crista frontalis interna zeigt sich ein schwacher Sulcus frontalis. Der scharfrandige Vorsprung zwischen Felsenbein und Zitzentheil, der sich dachförmig über den Sinus transversus herlegt, fehlt gänzlich. Von der Eminentia cruciata der Hinterhauptsschuppe sind nur die beiden seitlichen und der obere Schenkel als plumpe Wülste vorhanden, jedoch ohne Spur eines Sulcus, und der untere Schenkel fehlt gänzlich. Am Felsenbeine ist die obere, den Sinus petrosus superior stützende Kante nicht scharfkantig, sondern abgerundet und die vordere und hintere Pyramidenfläche treffen hier unter einem stumpfen, statt unter spitzem

Winkel zusammen; dem Canalis semicircularis superior entsprechend findet sich auf der vorderen Felsenbeinfläche ein starker wulstförmiger Vorsprung. Die Impressiones digitatae und juga cerebralia treten nirgends scharf hervor, ja an den partes orbitales, wo man sie an Normalschädeln besonders gut ausgebildet findet, zeigen sich kaum Andeutungen davon. Die Sulci meningei haben zwar die gewöhnliche Tiefe; ihre Begrenzungsränder aber sind im Ganzen mehr abgerundet als scharfkantig. Durch alles dieses bekommt die Innenfläche entschiedene Aehnlichkeit mit dem kindlichen Schädel.

Aus den beigefügten Messungen ergiebt sich mit Berücksichtigung der von Virchow angeregten Fragen:

a. Das Schädeldach ist in stärkerem Maasse an der Mikrocephalie betheiligt, als die Schädelbasis.

b. Der vordere Schädel betheiligt sich in höherem Grade an der Mikrocephalie.

c. Der Körper und der Bogentheil der einzelnen Schädelwirbel betheiligen sich in gleichem Verhältniss an der Mikrocephalie.

d. Am Bogentheile der Schädelwirbel sind die medianen zur Schliessung des Bogens beitragenden Parthieen stärker an der Mikrocephalie betheiligt, als die lateralen Parthieen.

Von einzelnen Knochen hebe ich nun aus: dass das Hinterhauptsbein von den Gelenktheilen aus gleichsam nach oben umgeknickt ist und eine aufsteigende Richtung annimmt und dass die hinter dem Foramen magnum gelegene Parthie statt einer gleichmässigen Wölbung eine starke Abflachung zeigt.

Der Zahnwechsel ist gehörig von Statten gegangen und am Oberkiefer sind die Weisheitszähne bereits durchgebrochen. In der Gesammtform des Gesichts tritt neben dem bereits erwähnten Prognathismus vor Allem eine grosse Verschmälerung des Septum interorbitale entgegen, wodurch der Eindruck des Affenartigen entsteht.

Was die einzelnen Hirntheile betrifft, so hebe ich Folgendes aus. Theile legt hier zum Vergleich mit der Norm die von Valentin (Hirn- und Nervenlehre S. 232) gegebenen Maasse zu Grunde. Indem er die Breite der Medulla spinalis als Einheit annimmt, ergeben sich folgende Verhältnisse:

	1. Medulla spinalis	2. Medulla oblong.	3. Cerebellum	4. Crus cerebri	5. Hemisphaeria
Normalgehirn:	100	162	763	145	1473
Mikrocephalus:	100	160	700	80	1000

Man sieht hier sogleich, dass die Verkümmerung vorzüglich von den Grosshirnschenkeln anfängt und sich hier gleich stark ausspricht, wenn auch weniger stark als in den Hemisphären. Das Grosshirn ist weit mehr zurückgeblieben als das Kleinhirn.

An der Hirnbasis stellt sich besonders die Verkümmerung des Olfactorius dar. Auch der trigeminus ist kleiner, was sich schon in der Verkleinerung des for. ovale und rotundum darstellt. Eben so der opticus.

Die Brücke ist kürzer und schmaler. Am verlängerten Marke unterscheidet man deutlich die Pyramiden, die Oliven und die strickförmigen Körper.

Am vierten Ventrikel, so weit das blosse Auseinanderbiegen des Cerebellum und der Medulla oblongata ein Urtheil zulässt, zeigt sich nichts Abweichendes.

Sehr entschieden sind die Seitenventrikel erweitert, besonders im hinteren und absteigenden Horn. Das Ependyma und die Plexus choroid. waren sehr verdichtet. Zwar ist nur der eine Ventrikel, der Schonung des Präparates wegen geöffnet, aber dass die hydrocephalische Erweiterung auch auf der andren Seite Statt hatte, aber dann ein obsoleter Zustand wurde, zeigt das Verhalten des foramen Monroi, das sehr gross war. Die Verkürzung des Streifenhügels beträgt über 50°|o, während Sehhügel, Vierhügel und Ammonshorn in einem weit günstigeren Verhältniss stehen.

Die Zirbel ist reichlich mit Sand erfüllt und nicht kleiner als im Normalgehirn, die Vogelklaue dagegen ist sehr niedrig.

Die vorderen Schenkel des Gewölbes liegen dem Balkenknie unmittelbar an und es ist dazwischen keine Spur vom Septum pellucidum zu erkennen. Durch die Verschiebung des stark entwickelten Gewölbes hat die Commissura anterior eine veränderte Lage erhalten; sie liegt mehr nach hinten und unten, den corpora mammillaria verhältnissmässig mehr genähert. Die Commissura posterior und mollis haben die normale Lagerung. Zwischen dem Corpus mammillare und der Commissura anterior finden sich Reste des Infundibulum.

Der Balken ist viel kürzer und schmaler. Was die Windungen betrifft, so geht der Vrf. auf deren nähere Charakterisirung nach der Terminologie von Huschke ein, die ich hier grösstentheils übergehe, da ich solche oben schon nach eigener Anschauung und Terminologie gegeben habe.

Nur Folgendes möge, zum Theil zur Bestätigung meiner Beschreibung, noch hier stehen. Die Fossa Sylvii steigt von der Basis senkrecht in die Höhe, endigt aber schon in der halben Höhe der Hemisphäre, ohne sich in die zwei Schenkel zu theilen. „Die Insel nebst den fächerförmig aus einander fahrenden Gyri breves s. operti und eben so der die Inselvertiefung von oben her bedeckende Klappdeckel, d. h. also die das Menschengehirn charakterisirenden Bildungen an der Hirnoberfläche fehlen gänzlich.“

Was die von mir nicht erwähnten Windungen betrifft, so ist der Gyrus rectus an der inneren Orbitalfläche sehr schmal; gleich geringe Sonderung und Theilung zeigen die nach aussen von Nerv. olf. liegenden Gyri cruciati Rolando's und Valentin's.

Wenig abgelöst und entwickelt ist der Gyrus fornicatus.

Die einzelnen Gyri überhaupt giebt Theile als schmäler an, die Sulci haben viel geringere Tiefe, die selbst beim Sulcus centralis (Fissura Rolandi), der am tiefsten ist, 1 Cm. nicht überschreitet, die graue Rinde ist von geringerer Mächtigkeit.

Theile fügt eine vergleichende Betrachtung andrer Fälle an, die ihm gerade zugänglich sind[1]), und stellt, nach den von ihm selbst sparsam genannten Daten, folgende allgemeine Gesichtspunkte auf.

1. Die Mikrocephalen können ganz gesunden Eltern entstammen, die daneben ganz gesunde Kinder erzeugten (J. Müller's Fälle, mein Fall).

2. Aus der nämlichen Zeugungsquelle können wiederholt mikrocepha-

---

1) Es sind folgende: Leubuscher über die Azteken. Froriep's Notizen 1856. Bd. 2. Nr. 6 u. 7. — Joh. Müller Med. Zeitung des Vereins für Heilkunde in Preussen 1836, zwei mikrocephalische Geschwister von 13 und 20 Jahren betreffend, deren Skelet und Gehirn im Berliner Museum. — Baillarger Schmidts Jahrbb. Bd. 9. S. 153. — Ein 4jähr. idiotisches Kind. Conolly (Dublin quart. Journ. Aug. 1855. Ein 11jähr. Knabe und ein 7jähr. Mädchen. — Cruveilhier Anat. pathol. Livr. 30. Pl. 4.

lische Produkte hervorgehen. (J. Müller's Fälle, desgleichen die Azteken, falls dieselben Geschwister sind, was durch Leubuscher sehr wahrscheinlich gemacht wurde) [1]).

3. Die mikrocephalischen Individuen erreichen bald eine mehr weniger normale Körpergrösse (mein Fall, J. Müller's Fälle, Conolly's Fälle), bald bleibt auch der Gesammtkörper unter dem mittleren Maasse zurück (Azteken).

4. Die Mikrocephalen scheinen im Allgemeinen frühzeitig zu sterben: im 8ten Monate und im 3ten Jahre in 2 Fällen Cruveilhier's, im 4ten Jahre in Baillarger's Falle; im 13ten und 20sten Jahre in den Müller'-schen Fällen; im 26sten Jahre in meinem Falle.

5. Das Gehirn befindet sich nicht im Zustande einfacher Verkleinerung (Mikrocephalie), sondern es kommen Anomalieen einzelner Hirntheile daran vor. In Cruveilhier's drittem Falle und in meinem Falle sind z. B. gleichzeitig der Balken und die Windungen abnorm.

6. Die Mikrocephalen sind ohne Ausnahme Idioten. Leubuscher hat schon mit scharfen Zügen hervorgehoben, dass der mikrocephalische Idiotismus

---

1) Ohne dass es meine Absicht wäre, hier auf die vollständige Literatur über Mikrocephalie einzugehen, will ich den von Theile zusammengestellten Fällen noch hinzufügen, dass wir dem Prof. Jaeger in Stuttgart einen „Beitrag zur Geschichte hirnarmer Kinder" im medizinischen Correspondenz-Blatt des würtembergischen ärztlichen Vereins Bd. IX. Nro. 28. 15. Juli 1839 verdanken, wo die im Dorfe Plattenhardt, 3 Stunden von Stuttgart, in mehreren Familien und mehreren Gliedern einer Familie vorgekommenen Mikrocephalen einer genealogischen Untersuchung unterworfen werden, zugleich Sections-Ergebnisse über Hirn und Schädel und Bemerkungen von Klein und Tiedemann mitgetheilt sind. Drei Schädel von solchen „Affenköpfen" werden noch im Naturalien-Cabinet in Stuttgart aufbewahrt. — Ich selbst habe hier im Dorfe Roringen ohnfern Göttingen in einer Bauernfamilie von gesunden Eltern, zwei solche mikrocephalische Kinder gesehen. Das Mädchen von 20 Jahren, im geringeren Grade, konnte gehen und war sehr lebhaft. Der 13jährige Knabe sass immer im Schoosse seiner Mutter. Dieser starb seitdem. Die Section wurde nicht gestattet. Auch der Vater, ein wohlhabender Bauer, galt im Dorfe als etwas blöde und beschränkten Geistes, schien mir auch einen verhältnissmässig kleinen Kopf zu haben.

vom Cretinismus verschieden ist. Ich will nur das eine Moment hinzufügen, dass die als bärenmässig zu bezeichnenden Momente den Cretinen bei den Mikrocephalen nicht vorzukommen scheinen. Die Bewegungen des von mir beschriebenen Mikrocephalus waren trippelnd, die Azteken aber bewegten sich lebhaft und hastig.

7. Mit der eigentlichen Mikrocephalie verbinden sich auch bestimmte Missgestaltungen des Gesichts, nehmlich Mikroprosopie, Prognathismus mit thierischer Verschiebung der Alveolartheile, affenartiges Näherrücken der Augen durch Verschmälerung des vordersten Schädelwirbelkörpers (J. Müller's und mein Fall), Verkürzung des Augenhöhlendachs und deshalb froschartig vorliegende Augen (die nehmlichen Fälle, die Azteken und der erste Fall Cruveilhier's).

8. Vielleicht bei der Mehrzahl der Mikrocephalen findet sich eine mehr weniger verbreitete vorzeitige Synostose der Schädelnähte (J. Müller's Fälle, Bonn's Fall, der erste Fall Cruveilhier's, die Azteken (?), Baillarger's Fall). Man könnte dadurch veranlasst werden, die Aetiologie der Mikrocephalie unmittelbar in's Knochensystem zu verlegen, zumal wenn man darauf ein Gewicht legen dürfte, dass Baillarger in einem Walliser Dorfe im Jahre 1852 drei mikrocephalische Idioten sah, die nach Aussage der Mutter mit ganz hartem Schädel zur Welt gekommen waren. Der von mir beschriebene Fall, wo alle andren Nähte, mit Ausnahme der Schuppennähte, frei waren, beweist aber, dass die Synostosis suturarum wenigstens nicht als durchgreifendes ätiologisches Moment gelten kann, da man für diesen Fall nothwendig auf eine Gehirnstörung recurriren muss. Zur Annahme einer einfachen Atrophia cerebri in den erstgenannten Fällen ist man aber kaum berechtigt, unerachtet namentlich Cruveilhier's erster Fall (nicht aber der dritte) auf diese Deutung Anspruch machen könnte. Weit wahrscheinlicher wird man es finden müssen, dass durch einen hydrocephalischen Process, der in meinem Falle und in Cruveilhier's drittem Falle unverkennbar war, die normale Entwickelung des Gehirns gehemmt wird und nur erst secundär das Knochensystem dem atrophischen Gehirne sich accommodirt, wobei die prämature Nahtsynostose, auch ohne Mitwirkung eines entzündlichen Processes, sich unschwer erklären lässt.

Material zu weiteren Forschungen über die Hirnbildung der Mikrocephalen.

Vor längerer Zeit schon hatte ich in Henle und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medizin den angelegentlichen Wunsch ausgesprochen, man möge mich mit Zusendung von Material über Mikrocephalie oder wenigstens mit Nachrichten, wo solches zu finden, versehen. Diese öffentlich ausgesprochene Bitte blieb ganz unberücksichtigt. Auf meinen besondren Wunsch, den ich hie und da aussprach, gieng man entweder nicht ein oder machte Schwierigkeiten. Einer besondren Zuschrift von Herrn Prof. Koestlin in Stuttgart verdanke ich jedoch wenigstens die Zusendung des mir schon früher einmal durch Ob.Med.Rath Jaeger zugekommenen aber verloren gegangenen Aufsatzes über die Mikrocephalen in Plattenhardt. Endlich kam ich allmählich in den Besitz einiger weiteren Vergleichungs-Objekte, einen Schädel und einige Abgüsse von Gehirnen. So dürftig diess Material auch ist, so überzeugte ich mich doch bald, dass es mit Hinzuziehung des kleinen Materials an publizirten Abbildungen vollkommen hinreicht, gewisse allgemeine Fragen zu entscheiden und auf weitre Aufgaben, die doch zunächst nicht gelöst werden können, für die Zukunft aufmerksam zu machen. Ich unterliess es daher, mich weiter um Zusendungen umzuthun, werde mich auch hier in Bezug auf die Literatur begnügen, fast nur das Material herbeizuziehen, das mit guten Abbildungen versehen ist und dadurch eine Vergleichung des allein bis jetzt genügend beschriebenen Theile'schen Falles zulässt.

Die für mich wichtigsten Objekte sind zunächst vier Gyps-Ausgüsse von Schädelhöhlen von vier männlichen Mikrocephalen, die man dem Lebensalter nach alle zu den Erwachsenen zählen kann.

1. Von einem Mikrocephalus der Berliner Sammlung von 20 Jahren, bereits erwähnt und von Joh. Müller beschrieben. Wie ich in der Einlei-

tung erwähnt, habe ich selbes von meinem verehrten Freunde, Herrn Prof. von Siebold in München erhalten, der es selbst wieder von J. Müller erhalten hatte. Es scheint eine Vervielfältigung desselben Gypsabgusses, den ich bei meiner jüngsten Anwesenheit in Berlin auf dem dortigen anatomischen Museum gesehen hatte. Hier befindet sich auch ungeöffnet (oder nur in den weichen Bedeckungen aufgeschnitten) der Kopf eines der dort verstorbenen sogenannten Azteken. Der Mikrocephalenschädel des montirten Skelettes, von dem der Gypsabguss genommen ist, hatte für mich eine höchst übereinstimmende Aehnlichkeit mit dem des Theile'schen Mikrocephalus, den ich noch kurz vorher in Göttingen angesehen hatte. Namentlich überraschte die abgerundete, embryonale Form der Fortsätze der Schädelknochen auf der inneren Seite der Basis cranii.

2. Etwas älter, 26 Jahre, ist der ausführlich beschriebene Theile'sche Mikrocephalus, dessen Ausguss auf Tab. III. Fig. II. von oben, auf Tab. V. Fig. I. in Umrissen dargestellt ist. Von diesem habe ich eine ganze Anzahl Ausgüsse machen lassen, theils zum Tausch, theils um durch Wägen derselben Versuche anzustellen, in wie weit solche Ausgüsse etwa zur Bestimmung des Hirngewichts anwendbar seyen. Diese Ausgüsse fallen jedoch in dem Gewichte der einzelnen Exemplare so ungleich aus, dass sie ohne grosse Correktionen gar nicht benutzt werden können [1]).

3. Es folgt nun der Gypsausguss unsres 31jährigen Göttinger Mikrocephalus. Diesen Schädel hat Blumenbach im Jahre 1813 abgebildet, aber nicht weiter beschrieben und es befindet sich derselbe in der Blumenbach'schen Sammlung zugleich mit einem Actenstücke, dem Briefe eines Wundarztes in Bückeburg und mit der Aufschrift von Blumenbach's eigner Hand: Schädel des 31jährigen Thiermenschen von Bückeburg 1812 [2]).

---

1) Vgl. das Nähere in dem: Berichte über die Versammlung des Vereins von Anthropologen in Göttingen von K. E. von Baer und R. Wagner. Leipzig 1861. S. 41.

2) In der Abhandlung: de anomalis et vitiosis quibusdam nisus formativi aberrationibus. Goett. 1813. 4. Aus den Commentat. Soc. Scientiar. Goett. recentior. Vol. II. Leider ist die Schädelansicht, wie so oft bei Blumenbach, nicht rein von einer Seite, sondern halbprofil. Professor Foerster hat in seinem Atlas

4. Der in der Einleitung erwähnte Schädel eines 44jährigen Mikrocephalus des Meckel'schen Museums, durch gütige Vermittelung des Prof.

über Misbildungen eine sehr verkleinerte reine Profilansicht des Schädels gegeben, den ich in dem Sagittaldurchmesser durchschneiden liess.

Ich entnehme Folgendes aus dem Begleiteschreiben in der Blumenbach'schen Sammlung. „Conrad Schüttelndreyer wurde als der eheliche Sohn eines Bergmanns 1780 in Nienstädt geboren. Von dem Gesundheitszustand etc. der Eltern ist nichts gesagt. Von der Mutter wird erzählt, dass sie sich während der Schwangerschaft an einem Bären- und Affentanz versehen habe. Conrad war der jüngste von 6 Geschwistern; 1 Bruder 3 Schwestern lebten noch bei seinem Tode und waren geistig und körperlich gesund. Er war von mittelmässiger Statur, von Knochenbau schwach, Rückgrat nach aussen convex, doch nicht schief gekrümmt, Arme sehr lang; Hautfarbe bräunlich, kleine Augen, blond, auffallend wenig Barthaare. Beständig ragte die Spitze der Zunge aus dem Munde, wie er denn unaufhörlich geiferte. Gang etwas geschwind, mit vorhängendem Kopfe und vorwärts gestreckten Händen. Sein ganzes Aeussere glich sehr dem Simia troglodytes in Bertuchs Bilderbuch. Er hatte einen sehr starken Appetit und verschlang alles, was arme Landleute gewöhnlich zu essen pflegen mit grosser Begierde. Eine besondere Vorliebe für diese oder jene Speise zeigte er nicht. Er ass sehr geschwind und zwar mit einem Löffel, aber so ungeschickt, dass ihm gewöhnlich ein Theil der Speisen wieder aus dem Löffel fiel, den er dann mit der andren Hand, selbst von der Erde aufraffte und in den Mund steckte. Gewöhnlich wurde er daher von andren gefüttert. Auch beim Essen lief ihm der Speichel beständig aus dem Munde. Er hatte eine sehr heftige Gemüthsart, wurde leicht böse, vergass aber auch die Beleidigungen leicht wieder. Wenn er böse war, stiess er laute, unartikulirte Laute aus, rannte auch wohl mit dem Kopfe gegen die Wand. Zorn und Furcht vor Strafe und eine Art Menschenscheu gab er auf eine ganz eigene Weise zu erkennen. Zuweilen, aber sehr selten, verrieth er Regungen von Geschlechtstrieb. Ein einziges Mal schien er bei der Ehefrau seines Bruders Gewalt brauchen zu wollen, um seinen Trieb zu befriedigen. Es fasste sie bei den Haaren und umarmte sie mit grosser Heftigkeit, wurde aber durch das Geschrei der Frau und durch hinzukommende Personen gestört. Er war nicht im geringsten gelehrig. Er konnte sich weder an- noch ausziehen, die Stubenthüre nicht zumachen, doch verstand er sie zu öffnen. Seine Nothdurft verrichtete er, wo er gieng, stand oder lag, musste deshalb fast jeden Morgen gereinigt werden und trug eben darum gewöhnlich keine Beinkleider. Sprechen konnte er gar

Welcker, der sowohl seines Alters wegen, als deshalb sehr interessant war, weil er grösser und geräumiger als die andern Schädel auch ein etwas bes-

---

nicht, sondern gab blos unverständliche thierische Laute von sich, die dem grellen Blöken eines Kalbes glichen. Manchmal antwortete er auf Fragen, z. B. ob er noch etwas essen wolle, mit Kopfnicken oder Schütteln. Seine Angehörigen sagen, er habe folgende Wörter, die er wahrscheinlich oft sehr accentuirt gehört hatte, wiewohl sehr unverständlich ausgesprochen: Teufel, Donnerwetter, Schwere Noth, Narr. Im Sommer hielt er sich auf dem freien Platze vor der Wohnung seines Bruders auf, besah neugierig die Vorübergehenden, versuchte auch wohl mit kleinen Kindern zu spielen und ihnen nachzulaufen, that ihnen aber nie etwas zu Leide. Im Herbste kletterte er wohl auch auf niedrige Obstbäume und verzehrte das Obst, auch wenn es ganz unreif war. Im Winter sass er gewöhnlich hinter dem Ofen und zerriss altes Papier oder schlechte Linnenlappen in kleine Stücke, welches seine liebste Beschäftigung war. Von Jugend auf ist er sehr gesund gewesen und hat nie eine eigentliche Krankheit gehabt. Wahrscheinlich würde er ein hohes Alter erreicht haben, wenn nicht ein Unfall sein Leben verkürzt hätte. So lange seine Mutter lebte, wollte ihn diese nicht von sich lassen. Nach dem Tode derselben hielt aber sein Bruder darum an, dass der Unglückliche auf das Pflegehaus in Bückeburg aufgenommen werden möchte. Diess geschah auch und er lebte daselbst nach seiner Art bei sehr ordentlicher Wartung ganz vergnügt mehrere Wochen. Im Anfang des Winters hatte er sich wahrscheinlich zu nahe an den heissen Ofen gestellt, der Rock war ihm hinten angebrannt, die Gluth war ihm bis auf die Haut gedrungen und nun hatte er sich auf seinen Strohsack geworfen, der ebenfalls angebrannt war. Der Aufwärter kam zufällig herauf (denn geschrieen soll der Verbrannte gar nicht haben), löscht das Feuer und da er die grosse Brandwunde sieht, schickt er sogleich zum Landchirurgus. Dieser fand auf den Hinterbacken eine Brandwunde von der Grösse eines Quartblatts, die Muskeln waren entblösst auch das Scrotum war sehr verbrannt. Der Kranke liess sich geduldig verbinden und gab, was sehr merkwürdig ist, während der ganzen Behandlung, die 14 Tage dauerte, kein Zeichen des Schmerzes von sich; auf alle Fragen antwortete er mit seinem gewöhnlichen Blöken. In den ersten Tagen ass er mit sehr grossem Appetit. Als aber hernach sich ein äusserst heftiges Entzündungsfieber einstellte und die Eiterung sehr stark ward, wollte er nichts mehr geniessen und starb so an Entkräftung den 1sten December 1811 in einem Alter von 31 Jahren und 7 Monaten."

Ich habe diesen einfachen aber recht instructiven Bericht hier wiedergegeben,

ser entwickeltes Gehirn zeigte. Der Ausguss, den ich fertigen liess, liess unter allen Ausgüssen den Verlauf der Hirnwindungen am besten erkennen.

Ich werde diese vier Ausgüsse unter dem Namen des Berliner, Jenaer, Göttinger, Halle'schen Mikrocephalen anführen.

Sandifort bildet in dem vierten Bande seines kostbaren Atlasses: Museum anatomicum academiae Lugduno-Batavae auf Tab. CXC (Vol. IV. Tab. LXIII.) den Schädel eines solchen Mikrocephalus in mehreren guten Ansichten ab, als Cranium juvenis viginti annorum, amentis atque ferocis, cujus conceptaculum cerebri nec debitam formam, nec naturalem magnitudinem acquisivit, licet organa manducationis atque in genere omnia faciei ossa bene evoluta sint[1]).

Dieser Schädel gleicht insofern dem Götttinger sehr, als, ganz wie bei mittelalten Orangs und Chimpansés, die bogenförmigen Leisten, ohne in einen Kamm auf dem Scheitel zu confluiren (wo sie vielmehr in der grössten Annäherung noch über einen Zoll getrennt bleiben), doch sehr stark erhabene Leisten für den Ansatz des Schläfenmuskels bilden. Die Schuppennaht ist hier vollkommen erhalten, aber die drei andern Nähte der Schädelwölbung „fere omnes desiderantur." Das Gehirn auf der folgenden Tafel, obwohl in mehrfachen Ansichten doch nur unvollkommen dargestellt, zeigt grosse Aehnlichkeit mit unserer Abbildung auf Tab. III. Auch hier überragt das kleine Gehirn das grosse; die Windungen der Hemisphären sind sparsam, dick, einfach, die Hinterlappen und Scheitellappenwindungen relativ am wenigsten entwickelt. Kleines Gehirn, verlängertes Mark, Brücke und Grosshirnschenkel

---

weil derselbe mit geringeren Modifikationen auf alle Fälle von beträchtlicher Hirnarmuth anwendbar ist, wo das Gangvermögen (wahrscheinlich in Folge des anatomisch wenig alterirten Kleinhirn-Apparats) erhalten ist. Sehr charakteristisch sind die bei Irren, insbesondre Blödsinnigen vorkommenden Erscheinungen des Zupfens von Papierstücken, der Unempfindlichkeit für Schmerzen u. s. w., worüber Griesinger in der vortrefflichen neuen Auflage seiner Pathologie und Therapie der psychischen Krankheiten anziehende Beleuchtungen und Zusammenstellungen bringt. Ungerne vermisst man im Berichte die Angabe über die Beschaffenheit der Genitalien. Der oben bezeichnete Anfall seiner Schwägerin würde dann eine sicherere Erklärung zulassen.

1) Dieser 20jährige Mikrocephalus ist schon früher von Bonn beschrieben worden.

eher etwas mehr, aber nahe zu von sehr gleicher Entwicklung mit dem Jenaer; wie es scheint im Wesentlichen ganz von gleichem Typus mit diesem, doch ist in dem Sandifort'schen der Balken noch kleiner, dagegen ein septum pellucidum zwischen diesem und dem besser entwickelten Gewölbe vorhanden.

Vorzüglich sind, wie immer, die Abbildungen bei Leuret von Gratiolet. Auf Tab. XXIV des citirten Werkes giebt derselbe in der Profilansicht das Gehirn eines 4jährigen mikrocephalen Mädchens, das er von Giraldès erhielt und das ich eben auch, da es von einem weiblichen Individuum herrührt, in Umrissen auf Tab. V. copiren liess. Mehr alienirt, wie auch angegeben, erscheint das Gehirn eines männlichen Mikrocephalus auf Pl. XXXII. immer aber wegen seines Details interessant, weil es die grosse Uebereinstimmung aller mikrocephalen Gehirne unter einander zeigt, namentlich wenn sie von annähernd gleicher Grösse sind.

Als Basis weiterer Vergleiche gebe ich hier zuerst eine Anzahl Messungen verschiedener Gypsausgüsse der Schädelhöhlen [1])

		Länge des grossen	Breite Gehirns in	Höhe Millimetern
1.	Gauss	185	141	125
2.	Normaler Deutscher	168	131	125
3.	Tunguse	165	143	116
4.	Russe	167	131	120
5.	Neger von Darfur .	175	128	115

1) Vgl. Nachrichten von der G. A. Universität und der Königl. Gesellsch. d. Wissensch. 1861. Nro. 10. In Betreff der Horizontale (über deren schwierige Bestimmung am Schädel u. s. w. der mehrfach citirte Bericht von K. E. v. Baer und mir zu vergleichen ist) und des darauf gegründeten Höhendurchmessers — ist hier das Gehirn als auf die Basis gelegt zu betrachten, die Horizontale von der Spitze der Stirn- zum Occipitallappen, zugleich dem längsten Durchmesser des Balkens entsprechend, gezogen. So fällt die grösste Höhe gewöhnlich ziemlich in die Mitte der Horizontallinie, wobei die Senkrechte unten vor den vorderen Rand der Brücke zwischen den Anfang der Grosshirnschenkel fällt, die grösste Breite meist unterhalb der Parietalhöcker. Die Länge geht von der Spitze der Stirnlappen zu der der Hinterhauptslappen.

		Länge des grossen	Breite Gehirns in	Höhe Millimetern.
6.	44jähr. Microceph.	121	96	77
7.	31 „ „	102	66	71
8.	26 „ „	101	65	73
9.	20 „ „	118	90	69
10.	Alter Orangutang .	101	108	87.

Diese drei Durchmesser geben natürlich, wegen der ganzen Körperform des Gehirns, nur einen annähernden Maassstab für die Entwickelung der Hemisphären, welche jedoch für unsre Zwecke völlig genügt.

Es wurde hier ein eminent intelligentes Gehirn (Gauss) mit einem schön gebauten Gehirn eines gewöhnlichen deutschen Dolichocephalen (Braunschweiger, Landsmann von Gauss) zusammengestellt. Ein charakteristischer Klein-Russe dient als Typus eines Brachycephalen, Tunguse und Neger als typische asiatische und africanische Dolichocephalen.

Ich gebe hier noch eine Vergleichung des grössten Querdurchmessers des kleinen Gehirns von einigen der Ausgüsse:

Gauss	117 Mm.
Deutscher	105
44jähriger Mikroceph. .	85
31 „ „ .	82
26 „ „ .	74
20 „ „ .	74
Orang-Utang	86

Vergleicht man die vier Mikrocephalen, so zeigt sich eine überraschende Aehnlichkeit im ganzen Typus. Ueberall springt das kleine Gehirn beträchtlich über die Spitzen der Hinterlappen der Hemisphären hervor, nur bei dem Berliner (20jährigen) liegen beide hinten in ziemlich gleicher Ebene. Am stärksten zeigt sich das kleine Gehirn entwickelt und vorspringend bei dem Bückeburger 31jährigen. Beim Orang-Utang überragt das grosse Hirn das kleine Gehirn um etwa 8 Mm., beim neugebornen Kinde um 20 Mm. Bei Gauss überragen die Spitzen der Hinterlappen ebenfalls beträchtlicher das kleine Gehirn als bei dem andren Deutschen. Bei keiner Menschenrasse, auch nicht

den brachycephalen Russen, finde ich (gegen Retzius) ein Vorspringen des kleinen Gehirns über die Hinterhauptslappen.

Die grosse Abflachung am Schädel fast aller exquisiter Mikrocephalen an der Hinterhauptsschuppe rührt von den wenig entwickelten Hinterlappen her. Gleichmässig bei allen vier mir vorliegenden Ausgüssen fällt die ungemein geringe Entwickelung der Hinterlappen und hinteren Parthieen der Scheitellappen auf. Am stärksten erscheinen hier die Defecte bei dem Bückeburger. Hier und bei dem Berliner sind auch die Windungen mehr atrophisch, weniger einzelne Hügel bildend, was bei dem Jenenser und Hallenser mehr der Fall ist. Diess gilt eben so auch für die Stirnlappenwindungen. Am günstigsten für alle Windungszüge ist hier der Hallesche Abguss, an dem sich auch wirklich die Hauptwindungszüge am Stirnlappen, Schläfelappen und den Scheitelhöckerzügen des Parietallappens unterscheiden lassen. Hier war der Klappdeckel gebildet; man unterscheidet hintere und vordere Verlängerung der Sylvischen Spalte.

Es ist sehr schade, dass von dem Halle'schen Mikrocephalus keine Lebensgeschichte aufzutreiben ist. Er müsste nach der grösseren Hirnmasse intelligenter gewesen seyn als der Jenenser und Bückeburger. Es sind auch hier die juga an der Orbitalplatte stärker entwickelt und der Schädel zeigt am Keilbein u. s. w. nicht die embryonale Abrundung der Fortsätze, wie der Jenenser und Berliner. Von den Nähten sind Sutura coronalis, squamosa und lambdoidea äusserlich vorhanden, an der Innenfläche effacirt. Pfeilnaht ist äusserlich und innerlich verwischt. Das planum für die Ausbreitung des Schläfenmuskels ist gross, aber die bogenförmigen Linien erheben sich nicht in Leisten, wie öfters bei Mikrocephalen.

Eine grosse Aehnlichkeit, insbesondere in der Verkümmerung der Hinterlappen und des hintern Theils der Parietallappen, Vereinfachung der Windungen, auch der Stirnlappen, Vorsprung des kleinen Gehirns über die Hinterlappen des grossen zeigt sich auch in den Abbildungen von Sandifort und Gratiolet. Eine vergleichende Betrachtung der Profilansichten auf Tab. V. mit denen auf Tab. III. und mit Gauss etc. auf den Tafeln der ersten Abhandlung wird hier besser seyn, als eine ausführliche Beschreibung. Ich habe die Copie der Gratiolet'schen Figur nach meiner Terminologie beziffert.

Interessant war mir hier in dieser Hinsicht noch das Idiotengehirn in dem Atlas von Lebert. Pl. IX., das freilich viel günstiger in Stirn und vordern Theil des Parietallappens entwickelt ist, als die eben genannten. Hier betrifft die Atrophie vorzüglich die hinteren Parietal- und oberen Occipitalwindungen, aber es ist doch die Stelle, welche bei den mir zugänglichen Abgüssen und Abbildungen vorzugsweise betroffen sind.

Als ein plastisches Beispiel, wie leicht man dagegen die angebliche Aehnlichkeit der Affengehirne mit den mikrocephalen Gehirnen überschätzen könne, zeigen solche Darstellungen, wie die folgenden.

Vrolik und Schroeder van der Kolk haben, wie bereits angeführt, eine ausgeführte Ansicht des Gehirns vom Chimpansé von oben und von der Seite gegeben [1]). Vergleicht man nun diese Abbildung mit der von mir Tab. III. gegebenen des Jenenser Mikrocephalus, so tritt für den Beschauer, insbesondre den Laien, aber selbst für den kundigen Anatomen, eine so überraschende Aehnlichkeit beider Formen hervor, dass man frappirt wird. Diese Aehnlichkeit wird erhöht durch die abgeplattete Form der Profilansicht in Folge der Aufbewahrung. Nur die grosse Hinterspalte fällt auch hier im Chimpanségehirn sogleich auf und fehlt im Mikrocephalus. Alles liegt daran, dass in der Abbildung der Holländischen Anatomen das kleine Gehirn nicht in seiner normalen Lage, sondern bei der Herausnahme aus dem Schädel, weit nach hinten vorgezogen ist, auch die Hinterlappen des grossen Gehirns zu sehr divergiren. Dagegen dürften vielleicht die Stirnlappenwindungen selbst etwas genauer und normaler gegeben seyn, als in der von mir copirten Figur von Gratiolet, wenn ich nemlich andre (zum Theil photographirte) Chimpanségehirne damit vergleiche.

Ueberraschend wird wirklich hier die Aehnlichkeit zwischen Mikrocephalus und Chimpansé in der Einfachheit, Gestrecktheit und Dicke der Stirn- und beiden Centralwindungen.

Man kann also wieder sagen: In dem Maasse als das Mikrocephalen-

---

1) Gratiolet hat auf seiner Chimpansétafel davon eine Copie gegeben, ebenso Huschke in seinem Werke Tab. IV. Fig. 6 und 7. leider aber ohne Kleinhirn, wodurch die Aehnlichkeit, die oben bezeichnet wurde, geringer erscheint.

gehirn vorne den Typus der anthropoiden Affen annimmt, verliert es denselben gerade hinten im grossen Gehirne, während in der Lage des kleinen Gehirns normales Menschengehirn und Chimpansé- (wie Orang-Utang) Gehirn sich wieder gleichen und beide vom Mikrocephalen abweichen.

Oder mit andren Worten: Mikrocephalen- und Affengehirn werden sich im Ganzen nicht ähnlicher durch die Verkümmerung des Menschengehirns, sondern hinten entschieden unähnlicher als es beide schon von vorne herein sind. Die Verähnlichung im vorderen Theile hat aber ihren Grund darinnen, dass das Mikrocephalengehirn im Stirntheile in jenem früheren Bildungsstande verharrt, wo das menschliche Embryonalgehirn noch weniger entwickelte Windungen und weniger Furchen hat, wie diess bei den Affengehirnen immer der Fall ist [1]).

So sparsam auch die Thatsachen sind, welche bis jetzt aus der pathologischen Anatomie über die Genesis und Natur der Mikrocephalie vorliegen, so sind dieselben doch schon genügend, um gewisse Hauptpunkte fest zu stellen.

Zuerst erscheint es mir höchst wahrscheinlich, dass die bei den Pathologen und pathologischen Anatomen schwankenden und getheilten Ansichten [2]), wornach die Mikrocephalie ihren nächsten Grund bald primär in dem Zurückbleiben der Entwickelung des Gehirns ihren Grund hat, bald aber von einer allzufrühen Verknöcherung der Schädelknochen, einer zu frühen Verwachsung der Nähte, einer vorzeitigen Synostose der Schädelwirbelkörper am Basilartheile haben soll, nicht richtig sind. Dafür scheint mir zu sprechen,

---

1) Hier auf den Streit zwischen Owen und Huxley, der so berühmt geworden ist, weiter einzugehen, ist hier nicht meine Aufgabe, wo ich den Bau der inneren Hirntheile überhaupt nicht behandle. Im Uebrigen verweise ich auf den mehrfach citirten Anthropologenversammlungsbericht von Baer und mir. — Eben so hat Gratiolet in einem Aufsatze, der wohl nur der Vorläufer eines grösseren über Mikrocephalie ist, sich über das Verhältniss der menschlichen Mikrocephalengehirne zu den Affengehirnen ausgesprochen. Mémoires de la Soc. d'Anthropol. de Paris. Tome I. 1860 p. 64. Ich habe einen vollständigen Auszug daraus in Troschel's Archiv für Naturgeschichte Jahrg. 1861 Bd. I. S. 63 gegeben, worauf ich verweise.

2) Foerster, Handbuch der speziellen pathol. Anatomie. Leipzig 1854. S. 406.

dass bei den Mikrocephalen oft nur sehr partielle Synostose in den Nähten etc. vorkommt [1]) und dass wir sehr häufig Nathverschmelzungen in grosser Ausdehnung finden, wie bei den Scaphocephalen, Pyrgocephalen, wo die dadurch hervorgerufenen Verengerungen des Schädelgewölbes durch Erweiterungen nach einer anderen Richtung compensirt werden.

So sparsam unsre Kenntniss der pathologischen Erscheinungen in den Hirntheilen der Mikrocephalen auch noch ist, so finden wir doch deutliche Spuren von inflammatorischen Prozessen, Verdickungen des Ependymas, Verwachsungen einzelner Spalten und Windungen, wie sie Theile bereits angegeben hat und ich oben erwähnte. In der Mittheilung von Jaeger über die hirnarmen Kinder in Würtemberg sind die Ergebnisse einer Section, die Klein anstellte, angeführt. Sie betreffen einen 10jährigen Mikrocephalen. Hier waren die Sehhügel in ihrer ganzen Länge und Masse innig mit einander verwachsen, die dritte Hirnhöhle völlig verschwunden, eben so die vierte Hirnhöhle [2]).

Alles deutet darauf hin, dass hier im Innern des Gehirns in einer frühen Fötalperiode, wo sich die inneren Hirntheile ausbilden, inflammatorische Prozesse thätig waren.

Die ungemeine Uebereinstimmung von 7 oder 8 Mikrocephalengehirnen darin, dass die Atrophie der Windungen und Massen überall vorzugsweise die hinteren Lappen und hinteren Theile der Scheitellappen betrifft, sprechen dafür, dass der Prozess in eine Periode fällt, wo diese überhaupt noch am wenigsten entwickelt sind, während Stirn- und Schläfenlappen schon deutlicher sich darstellen.

Ich halte daher für wahrscheinlich, dass wir es hier mit einer Hemmungsbildung zu thun haben, dass aber wie immer nicht blos ein Stehenbleiben

---

1) Auch an dem Bückeburger Idioten, wo die bogenförmigen Linien sehr stark entwickelt sind, ist nur die Sagittalnaht effacirt.

2) Dass hier gesagt ist: „an den Windungen war, ohne ein andres Gehirn damit vergleichen zu können, keine Abänderung zu bemerken" will nicht viel besagen. Man kannte dazumal die Windungen noch nicht so wie jetzt und war nicht orientirt. Sonst waren noch andre Theile im Gehirn alienirt, z. B. der Acervulus fehlte, der in andern Fällen (s. oben) reichlich war. Inconstante Verhältnisse.

auf einer früheren Bildungsstufe bei den Bildungshemmungen, sondern unter Mitwirkung von pathologischen Prozessen zugleich eine durch veränderte Ernährung verhinderte normale Entwickelung sich zeigt, die sich in verschiedenem Grade in verschiedenen Hirntheilen ausspricht. Die Hemisphären leiden am meisten; die Windungsbildung bleibt unvollkommen. Im geringeren Grade bleibt der Bezirk des kleinen Gehirns gegen das grosse zurück.

Das Interessante ist gerade, dass sich hier, wie in der ganzen Entwickelungsgeschichte, die Schädelkapsel abhängig zeigt vom Wachsthum des Gehirns und die Form von diesem, nicht umgekehrt annimmt. Platzen die embryonalen Hirnblasen frühzeitig, so kann eine Zerstörung des ganzen Gehirns oder bald in grösserer bald geringerer Ausdehnung eintreten: Anencephalie. Dann bildet sich keine knöcherne Schädelkapsel. Solche Früchte können bekanntlich, wenn das verlängerte Mark vorhanden ist, Stunden und Tage leben und Saug- und Schling-Bewegungen machen. Bleiben die Wände der Hirnblasen, aber die Flüssigkeit der Höhlen vermehrt sich; kommen stärkere Secretionen, so können sich die Hirntheile entwickeln, die Hemisphären sich ausbilden, aber der Verknöcherungsprocess bleibt unvollkommen, die Schädelknochen bleiben dünner, die Fontanellen und Nähte schliessen sich nicht, es bilden sich viele Ossa wormiana u. s. w.

Beschränkt sich der exsudative Process frühzeitig, bilden sich die inflammatorischen Erscheinungen zurück, so hindern die Reste derselben, die Verwachsungen u. s. w. die vollkommene oder weitere Ausbildung aller Hirntheile, insbesondre des grossen Gehirns und so entstehen die Mikrocephalen.

Von ausserordentlichem Interesse scheint aber gerade auch hier der Einfluss der mangelhaften Hirnentwickelung und die Störung der Ausbildung der Centraltheile auf andre Organe, namentlich auf die Geschlechts-Organe, welche am meisten zurückzubleiben scheinen, so dass in der Regel keine eigentliche Pubertät eintritt. Bei dem 10jährigen Stuttgarter Mikrocephalus wird ausdrücklich angegeben, dass der Kopf und die Zeugungstheile wie bei einem neugeborenen Kinde waren, das Glied kaum 1½ Zoll lang, der Hodensack ganz klein und der rechte Hode, so wie der linke, welcher noch zwischen dem äusseren und inneren Bauchring steckte, hatte die Grösse einer kleinen Bohne.

Die meisten Mikrocephalen sterben frühzeitig. Alle wachsen langsam und spät. Viele behalten ihre kindlichen und selbst embryonalen Formen für immer. Nie erlangen sie eine vollkommene körperliche Entwickelung. Bei starker Hirnarmuth entwickeln sich die höheren psychischen Thätigkeiten niemals Sie sind nicht erziehungsfähig. Die Sprache beschränkt sich höchstens auf ein papageyartiges Nachbilden einzelner oft gehörter Worte. Dabei sind sie der höheren Sinne, wenigstens des Gehörs und Gesichts, mächtig. Wahrscheinlich mangelt der Geruch, da die Riechnerven (auch im Stuttgarter Fall waren die Riechkolben ausserordentlich klein) und die Parthieen des Siebbeins sehr verkümmert sind. Die Perception der Hautempfindungen ist höchst unvollkommen, daher keine Reaction gegen die sonst schmerzhaftesten Verletzungen. Dabei können die Bewegungen, wenn auch oft gestört, einen leidlichen Grad von Vollkommenheit erlangen und das beträchtliche Alter, das die Mikrocephalen zuweilen erreichen, der Besitz selbst einer vollkommenen Gesundheit, zeigt, dass die Organe der Verdauung, der Absonderung, der Athmung, des Kreislaufs in vollständiger Norm sich ausbilden können. Dagegen scheinen Gehirn und Genitalien in einem grösseren gegenseitigen Abhängigkeitsverhältniss (— die abnorme Grösse der Genitalien bei Cretins gehört nicht hieher; Cretinismus und Mikrocephalie sind verschiedene Dinge) — zu stehen. Die mangelhafte Entwickelung der Geschlechtstheile, die Abwesenheit von Geschlechtstrieb — denn auch die oben erwähnte zudringliche Umarmung des 31jährigen Mikrocephalen ist vielleicht einer andren Erklärung fähig — sprechen für dieses Abhängigkeitsverhältniss oder für die Entwickelungs-Coincidenz, wie sie auch in der normalen Pubertätsentwickelung statt findet.

Bei einem Stehenbleiben der psychischen Entwickelung noch unter der Stufe vieler Thiere nähern sich doch die Mikrocephalen in keiner Weise dem Affentypus anders, als in so ferne bei einem Zurückbleiben auf embryonaler Bildungsstufe und in gewissen beharrlichen typischen Affenbildungen Aehnlichkeiten statt finden, welche weit entfernt sind von Gleichheit. In allen körperlichen Bildungen der Mikrocephalen ist der menschliche Typus nachweisbar.

Späterer Zusatz.

Zu vorstehendem Abschnitte.

Nachdem die vorstehenden Betrachtungen schon abgeschlossen waren, erhielt ich durch die Güte meines verehrten Freundes und früheren Collegen des Professors Förster in Würzburg noch weiter einiges Material, so wie einige literarische Nachweisungen über Mikrocephalie. Derselbe hatte die Gefälligkeit, mir den exquisiten Mikrocephalenschädel der 33jährigen Margarethe Mähler von Rieneck aus der Würzburger pathologischen Sammlung zur Ansicht und Vergleichung mit den übrigen mir zu Gebote stehenden Schädeln zuzusenden. Es war mir derselbe um so interessanter, als ich noch keinen weiblichen Mikrocephalenschädel gesehen hatte und deshalb, weil über dieses hirnarme Geschöpf schon nähere Nachrichten gegeben worden waren [1]). Ich verweise auf die entsprechenden Citate und füge nur bei, was Dr. Schröder aus der Krankengeschichte erwähnt und Virchow aus den Lebensumständen anführt. Dieser sagt: „In Rieneck besuchten wir die ihres traurigen Geschickes wegen in Unterfranken berühmte Familie Mähler, von welcher schon erwähnt ist, dass die eine cretinistische Tochter in den letzten Jahren gestorben ist. Vater und Mutter, die wir beide sahen, sind vollständig gesund; letztre insbesondre ist eine grosse, gut gebildete Frau ohne Kropf aus dem Nachbarorte Schoippach und auch in ihrer Familie soll nichts ähnliches vorkommen.... Sie ist ganz stupid und unbehülflich, geht mühsam mit gekrümmten Knieen, kann nicht selber essen, nicht sprechen, hört dagegen ziemlich gut, giebt ein kreischendes

---

1) Virchow gesammelte Abhandlungen S. 947. Mit einem Holzschnitt: die ganze Person darstellend. — Einen Sectionsbericht und eine Beschreibung des Schädels, so wie einige Mittheilungen über die Lebensumstände gab Dr. Otto Schröder in Hedemünden in Virchow's Archiv Bd. XX. S. 358. — Abgebildet in verkleinertem Maassstabe ist der Schädel in Förster's vortrefflichem Werke über die Missbildungen Tab. XVII. Fig. 3—5.

Geschrei von sich, freut sich leicht und zeigt ein gewisses Schamgefühl.« Als Virchow diese Person sah, war sie 24 Jahre alt. Dr. Schröder untersuchte den Leichnam nach dem Tode, der im 33sten Jahre in Folge einer katarrhalischen Bronchitis und eines akuten Lungenödems eintrat, wie sich aus der anatomischen Diagnose ergab, nachdem die Kranke 3 Wochen an Husten, Erbrechen und Ohnmachten gelitten. Der Geruchsinn soll ihr gefehlt haben, Gehirn, Gesicht und Gefühl für Kälte waren sehr fein; war sie Nachts im Bette aufgedeckt, so machte sie Lärmen; sie kroch so nahe als möglich an den warmen Ofen und verbrannte sich oft, ohne dass sie es merkte, auch äusserte sie während der Heilung ihrer Brandwunden wenig Schmerzen; statt der Sprache gab sie nur kreischendes Geschrei von sich, freute sich leicht und zeigte ein gewisses Schamgefühl; bezüglich ihrer geistigen Fakultäten gehört sie dem höchsten Grade des Cretinismus an; sie konnte nicht selber essen, verunreinigte stets ihr Lager; sie gieng mit gekrümmten Knieen auf dem halben Vorderfusse, mit vorne übergebeugtem Oberleibe, häufig auch mit Zuhülfenahme beider Arme; zu Bette musste sie gebracht werden, aus dem Bette stieg sie gewöhnlich ohne Beihülfe. Das Mädchen war im 20sten Jahre menstruirt. Vater und Mutter, so wie zwei Geschwister der Cretine sind gesund und wohlgebildet; ersterer aus Rienek, letztere aus dem dazu gehörigen Scheippach; beide Geschwister haben immense Kröpfe; eine Tochter, älter als die beschriebene, übrigens weniger deform, haben sie schon vor mehreren Jahren verloren.«

Ich finde am Schädel alle Näthe erhalten, rechts auch die Schuppennath, welche jedoch links effacirt ist. Auch hier ist die embryonale abgerundete Form der Knochen und Fortsätze auf der Basis sehr auffallend, wie bei Hydrocephalen, und die Siebbeinplatte überaus klein.

Am Schädelausguss finde ich folgendes Bemerkenswerthe:

Der erste Blick zeigt sogleich die ungemeine Uebereinstimmung in der ganzen Bildung des Gehirns dieser Microcephala mit den 3 Gehirnen des Göttinger (Bückeburger), Jenenser und Berliner Mikrocephalen, ist jedoch nach den Dimensionen das für die Massenverhältnisse des grossen Gehirns am ungünstigsten entwickelte. Es ist noch kürzer, aber etwas breiter und zeigt mit Rücksicht auf die Messungen der Tabelle S. 129:

Länge	Breite	Höhe
90mm	95	56.

Nächst dem Bückeburger zeigt sich hier die stärkste Ueberragung des verhältnissmässig ansehnlichen kleinen Gehirns über die hintern Lappen des grossen. Die Breite des kleinen Gehirns beträgt 77mm. Auch hier ist wieder die Verkümmerung der hintern Theile der Parietallappen und die ganz mangelhafte Entwickelung der Occipitallappen das Charakteristische. Die Einförmigkeit der Typen der stärksten Mikrocephalen ist bei beiden Geschlechtern so gross, dass ich nunmehr vorläufig an meinem Material ganz befriedigt bin und kaum ein Bedürfniss fühle, noch weitere Mikrocephalschädel zu untersuchen. Auffallend war mir jedoch, was ich noch bemerken will, die schnabelförmige Verlängerung der vorderen Lappen am Abguss beim Uebergang in die Riechnerven, was bei den andren mikrocephalen Ausgüssen gar nicht, nur einigermassen bei dem Bückeburger vorkommt, dagegen sehr stark beim Orang-Utang der Fall ist. Diess rührt von der tiefen Einsenkung der Siebplatte am Schädel her, um welche sich die glatten, stark konvexen nicht mit juga cerebralia versehenen Orbitalplatten des Stirnbeins und die aufgetriebene, wulstige Fläche des vorderen Keilbeins vor dem Sattel wulstförmig erhoben, so dass das Siebbein hier in einem tiefen Thale mit schmaler Platte und niederem Kamme eingebettet liegt, also auch hier Verkümmerung der Riechnerven statt findet. Die Windungen sind, wie bei den übrigen wenig zahlreich, breit und ansehnlich; besonders deutlich lassen sich die Centralwindungen nachweisen. Demnach muss ich auch hier eine Hemmungsbildung als Grundmoment der ganzen pathologischen Conformation, einen Beginn des Leidens in einer schon sehr frühen Foetalperiode annehmen.

Nach allem, was ich also hier wieder am Schädel und Ausguss finde, muss ich als allgemeines Gesetz aussprechen: dass ein Stehenbleiben auf einer früheren Bildungsstufe der Hirnentwickelung vorhanden, ein Eintritt der Krankheit im 3ten oder 4ten Monat wahrscheinlich, die Mikrocephalie ein primäres Hirnleiden ist, welche Ansicht auch mit der des Dr. Schröder im Einklange steht, welcher a. a. O. S. 368 sagt:

„Der Fall wäre somit eine der selteneren Mikrocephalieen, welche in idiopathischer Hirnaplasie begründet sind und wo die Störungen im Knochen-

systeme, wenn sie, wie angenommen, vorhanden sind, secundär stattgefunden, oder doch jedenfalls gesondert von ihr einhergegangen sind."

Von ausserordentlichem Interesse war mir nun in dieser Beziehung die Abhandlung von Vrolik, über ein mikrocephalisches Gehirn [1]), auf welche mich Herr Prof. Foerster aufmerksam zu machen die Güte hatte. Der Fall betrifft einen 9jährigen Knaben. Vrolik hatte den Schädel mit dem Gehirn von Dr. Guggenbühl vom Abendberge erhalten. Vrolik's Abhandlung gewinnt besonderen Werth durch die vortrefflichen Abbildungen, der noch dadurch erhöht wird, dass der Verf. das Gehirn eines gesunden 9jährigen Mädchens zugleich hat darstellen lassen. Die Hirnarmuth ist hier nicht so gross, als bei den von mir oben betrachteten Fällen, aber deshalb so sehr interessant, weil hier zugleich eine vollständige Hydrocephalie vorliegt. Die Hemisphären bildeten hier ungemein grosse Blasen (erweiterte Seitenventrikel) mit verhältnissmässig ganz dünner Decke. Aber die Hirnwindungen sind entwickelt, reduzirbar auf die normalen Hirnwindungen und was mir im hohen Grade merkwürdig war: die Verkümmerung betrifft auch hier vorzugsweise die hinteren Lappen und den hinteren Theil der Scheitellappen, während Stirnlappen und Schläfelappen viel besser entwickelt sind, obwohl auch sie an der Mikrocephalie Theil nehmen. Auch hier überragt das kleine Gehirn die Hinterlappen des grossen Gehirns. Es scheint mir also ebenfalls ein theilweises Stehenbleiben des grossen Gehirns auf früherer Bildungsstufe vorzuliegen, während das kleine Gehirn ziemlich die normale Grösse durch späteres Fortwachsen erlangt hat. Die Nerven sind alle normal entwickelt, bis auf die Riechnerven, welche hier, wie in allen mir bekannt gewordenen Mikrocephalen, auffallend verkümmert erscheinen. Die sehr passenden Zusammenstellungen des pathologischen Gehirns mit einem gleichalterigen normalen von der Seite und der Basis erleichtern die Vergleichung ungemein.

Auch diess Gehirn giebt also einen Beleg für meine Grundanschauung über den Zusammenhang der Mikrocephalie mit der Hydrocephalie und den Bildungshemmungen.

---

1) Beschrijving van gebrekkigen Hersen en Schedel-Vorm in den Verhandelingen der koninkl. Acad. Amsterd. 1854. Eerste Deel.

Ueber einige merkwürdige Erscheinungen bei Mikrocephalen, welche für eine künftige Erörterung der Frage nach dem Seelenprincip von Wichtigkeit werden können.

Es ist hier durchaus nicht meine Absicht, auf Fragen einzugehen, welche die Natur der Seele betreffen, so wenig, als auf eine genauere Erörterung der pathologischen Verhältnisse. Hiezu würde ein viel grösseres und reicheres Material gehören, die Literatur des gesammten Cretinismus vollständiger benutzt und die gesammte pathologische Anatomie der Anencephalen und Hydrocephalen im Lichte der Entwickelungsgeschichte neu untersucht werden müssen, wozu ich im gegenwärtigen Augenblicke weder Neigung, noch Musse, noch hinreichendes Material habe. Ich hatte absichtlich, als ich obige Untersuchungen anstellte und niederschrieb, die Literatur nicht weiter benutzt, als sie mir bisher schon bekannt war, um mich nicht durch Meinungen andrer in meinen Untersuchungen und den darauf basirten Ansichten stören zu lassen. Ich habe mich möglichst rein an die Objekte gehalten, die ich vor mir hatte.

Nachdem aber diess geschehen war, habe ich die entsprechenden Abschnitte in dem vortrefflichen Werke von Griesinger näher angesehen und die früher S. 99 citirten, bereits von Theile berücksichtigten Aufsätze von Johannes Müller und Leubuscher, welche beide jetzt zu den Todten gehören, näher studirt. Johannes Müller's Arbeit war mir der Bedeutung des Forschers wegen wichtig; Leubuscher's Aufsatz wegen der Untersuchung lebender Mikrocephalen von einem Kliniker, der sich mit den Krankheiten des Gehirns speziell beschäftigt hatte, von besondrem Werthe.

Müller's Abhandlung[1]) ist wie alles, was dieser grosse und gründliche Geist angefasst hat, von höchster Bedeutung wegen der vielseitigen Auffas-

---

1) Nachrichten über die beiden Mikrocephalen bei Kiwitsblott bei Bromberg. Berliner Medizinische Vereins-Zeitung. 1836. Nr. 2 und 3.

sung, in Bezug auf Methodologie der Schädeluntersuchung, auf die ethnographischen, pathologischen und psychologischen Seiten der Mikrocephalie.

Müller fasst hier bereits scharf den Unterschied zwischen dem endemischen Cretinismus und der Mikrocephalie auf, welcher immer entschiedener anerkannt werden muss. In Hinsicht der ersten Entstehung der Mikrocephalie meint er, es lasse sich nichts Gewisses fest stellen. Er sagt wörtlich: „Die Verwachsung der Nähte in unsrem und in dem Bonn'schen (von Sandifort abgebildeten und oben besprochenen) Falle leitet auf die Idee, dass die gehemmte Entwickelung des Gehirns von einer zu frühzeitigen Entwickelung des Knochensystems und von Verwachsung der Schädelnähte abhänge; indess kann die gehemmte Entwickelung des Gehirns auch die mangelhafte Bildung der Schädelknochen bedingen. Freilich ist es leichter, sich vorzustellen, dass die Entwickelung des Gehirns nach der Verwachsung der Schädelknochen fortzuschreiten aufhöre, als das Gegentheil; denn das Letztere zieht das Erstere nothwendig in Folge, aber die gesammte Entwickelung des Gehirns bedingt nicht nothwendig Verwachsung der Schädelknochen. Bei der innigen Wechselwirkung, worin die Ausbildung des Schädels und Gehirns stehen, ist es unmöglich, mit Sicherheit zu entscheiden und es kann leicht seyn, dass beide Hemmungen gleichzeitig eintreten und fortschreiten.“

Was den von Müller untersuchten Mikrocephalus betrifft, so war es merkwürdig, dass dieser 20jährige Idiot (Michel Sohn mit Namen) wohl ausgebildete, durchaus dem Alter gemässe entwickelte behaarte Geschlechtstheile besass. „Das Gehirn war bereits durch die Hitze während des Transports sehr zerstört, doch konnte die Conformation der Oberfläche noch sehr gut erkannt werden. Die Windungen waren vorhanden, überaus sparsam und wenig verschlungen, im Allgemeinen stark im Durchmesser. Die Reduktion der Gehirnmasse war also nicht mit einer gleichmässigen Reduktion der Hirnwindungen auf einen kleineren Durchmesser bei gleicher Zahl verbunden gewesen. Vielmehr war die Oberfläche des Gehirns auch durch Verminderung der Falten (man erlaube den Ausdruck) verkleinert worden.“

Man sieht, dass diese Beschreibung ganz gut mit dem Gehirne des Theile'schen Falles übereinstimmt.

Ueberaus merkwürdig ist mir aber das gewesen, was sich aus verschiedenen Berichten über die psychische Entwickelung herausstellt.

Dieser 20jährige Michel Sohn stand seinem 13jährigen Bruder Friedrich Sohn in der Entwickelung in geistiger Beziehung bedeutend nach. Dr. Behn untersuchte denselben in seiner Krankheit 1835 und Medizinalrath Ollenroth beobachtete beide Brüder längere Zeit. Beide müssen, wie gewisse Mikrocephalen immer, ganz freie und leichte Bewegungen gehabt haben. Waren sie im Freien unbeachtet, so erkletterten sie sehr behende Bäume und liessen ein Geheul hören. Bei beiden verhielten sich die äusseren Sinnesverrichtungen normal (ob Geruch da war, ist nicht bemerkt). Nach Dr. Ollenroth's Berichten verzehrten beide mit Gier die ihnen dargebotenen Nahrungsmittel, verriethen bei deren Genuss aber Geschmack, indem sie z. B. bei Kuchen die Rosinen herausnahmen und zuerst verzehrten. Sie verunreinigten häufig (besonders der ältere) ihre Lagerstelle. Nur der jüngere Friedrich war im Stande, durch einzelne wortähnliche Laute seine dringendsten Bedürfnisse darzustellen. Glandula thyreoidea bei beiden geschwunden, also das entgegengesetzte der Kropfbildung im endemischen Cretinismus.

Diesen Angaben in Betreff der Sprache widerspricht jedoch der Bericht von Dr. Behn. Michel, den er im Fieber beobachtete, soll während des Phantasirens Niemanden erkannt haben, »aber von seinem vor 5 Jahren verstorbenen Vater, von Essen und Trinken unaufhörlich gesprochen haben.« Behn führt die Worte an, die er im besinnungsfähigeren Zustande brauchte, wo er sagte: »Koppe dute weh! (Kopf thut weh)! Tincte habe (Trinken haben)! Tüsken haben! White eten (Brod essen).« Auch verlangte er nach »Aeppel und Buttermilch«.

Joh. Müller analysirt die psychologischen Momente auf eine anziehende Weise. »Die Mikrocephalen von Kiwitsblott waren nicht schwach zu nennen; sie haben oft die Bäume erklettert. Gedächtniss, Phantasie, Vorstellungsvermögen, Verstand sind es, die bei ihnen decrepid sind. Sie bilden Vorstellungen, aber sie erheben sich nicht zu Ideen. Hierin gleichen sie den Thieren, die auch aus gewissen sinnlichen Eindrücken sich leicht wiederholende Vorstellungen von dem Aeusseren dieser Dinge bilden. Wenn diese Vorstellungen ihre Bedürfnisse, ihre empfundenen Begierden anregen, so

werden sie zu Handlungen veranlasst; aber diese Handlungen zeigen nicht, dass sie Begriffe bilden. Ihre Erinnerung ist äusserst schwach; sie orientiren sich in der nahen waldigen Umgebung ihrer Wohnung nicht und finden nicht den Weg nach Hause. Gleichwohl ist die Erinnerung an den vor 5 Jahren verstorbenen Vater in den Delirien während der Krankheit des Michel Sohn lebhaft und er spricht viel von seinem Vater. Halb verlöschte Vorstellungen werden hier durch die Aufregung des Sensoriums, wie auch in andren Fällen, plötzlich aufgefrischt. Diese Erscheinung erhebt den Idioten nicht über das Thier, denn es erkennt den Herrn nach langer Zeit wieder, wenn auch das Bild desselben seit langer Zeit sein Sensorium nicht beschäftigt hat. Am auffallendsten ist bei unsren Mikrocephalen, dass sie, bei einer so ausserordentlichen Stupidität, doch Worte, wenn auch unvollkommen aussprechen, um ihre Gefühle und Bedürfnisse auszudrücken. Wenn gleich der Bericht des Medicinalrath's Ollenroth beiden Brüdern das Vermögen der artikulirten Sprache abspricht, so bezeugt doch Herr Dr. Behn, dass selbst der Michel Sohn, die Speisen und den Trank, die er verlangte, zwar unvollkommen, aber doch mit Worten bezeichnete. Die von ihm gesagten Worte: „Koppe dute weh!“ enthalten sogar eine Verbindung von Subjekt, Prädikat und Copula und es ist nicht wahrscheinlich, dass er diese Worte in dieser Verbindung so oft gehört, dass er sie ohne Ahnung ihres Zusammenhanges nur zur Bezeichnung seines Zustandes wiederholt habe. Diese einzige Thatsache ist es auch, welche unsre Mikrocephalen über das Thier erhebt.... Von moralischen Gefühlen zeigt sich bei diesen Mikrocephalen keine Spur.... Auch die bei Friedrich Sohn sich äussernde Schaam, als seine Geschlechtstheile, zur Messung derselben entblösst wurden, ist nicht hoch anzuschlagen. Diese Scheu vor der Entblössung derselben ist gewiss durch Angewöhnung beigebracht. Ich will nicht behaupten, dass die Anlage zu moralischen Gefühlen von der Entwickelung des Gehirns durchaus abhänge, aber es ist gewiss, dass die vorhandene Anlage bei der gehemmten Entwickelung desselben sich nicht offenbaren kann.“

„Ueberhaupt bin ich weit entfernt zu glauben, dass eine Veränderung im Baue des Gehirns das Wesen der Seele verändern könne. Ich habe mich schon hierüber in der Physiologie ausgesprochen und ich kann nicht umhin,

diese Worte hier zu wiederholen. Die Existenz der Seele hängt von dem unverletzten Bau des Gehirns nicht ab; ihr Daseyn, dem Wesen nach, spricht sich auch in andren Theilen, als dem Gehirne aus und selbst in solchen, die von dem Einflusse des Gehirns getrennt sind.... Das Wesen der Seele ist nicht auf das Gehirn beschränkt, aber die Aeusserung der Seele hängt von diesem Organe ab. Zu dieser Aeusserung ist der ganze organische Apparat der Hirnfaserungen nöthig, aber das Wesen der Seele, ihre latente Kraft, scheint durch keine Hirnwirkung bestimmbar.«

Was doch die Erziehung von solchen Mikrocephalen vermag — so dass ich meine frühere oben geäusserte Annahme einer Unfähigkeit zur Erziehung modifiziern muss — zeigen die Mittheilungen von Leubuscher über die Azteken (über deren ethnologischen Mischlings-Ursprung und ihre Identität mit Mikrocephalen wohl kein Zweifel mehr ist). Sie sind höchst beweglich, fassen sehr lebhaft auf, haben aber nur eine kurz dauernde Aufmerksamkeit. Sinnesorgane sind bei beiden (einem Knaben und Mädchen) vollständig entwickelt. Sie *verstehen* alles, so weit es sich auf den Kreis des gewöhnlichen Lebens bezieht, auf ihre Bedürfnisse, auf ihre nächste Umgebung. Sie selbst sind nur im Besitze weniger Worte. Einzelne Worte sprechen sie nach; am deutlichsten: tea; good bye ist schlecht artikulirt. »Doch bemühen sie sich« — sagt Leubuscher, »besonders der Knabe, der sich zu solchen Versuchen sehr willig hergiebt, die ihnen vorgesprochenen Laute nachzusprechen und nach mehrfachen, öfters wiederholten Versuchen, muss ich die Ueberzeugung aussprechen, dass ein fortgesetzter Unterricht wohl im Stande seyn dürfte, sie einen grösseren Schatz von Worten artikuliren zu lehren.« ... »Sie nehmen sich wohl ein Buch vor und thun so, als wenn sie läsen, unartikulirte Töne dabei ausstossend, die Weise Erwachsener nachahmend und der Knabe bemalte mir, als ich ihm eine Bleifeder in die Hand gab, ein Blatt meines Taschenbuchs mit unregelmässigen Linien. Sie haben also für sich selbst den Trieb zu einer Art von Combination ihrer Vorstellungen und den Trieb und die Fähigkeit, sie in einer freilich beschränkten Weise mitzutheilen. Diess erhebt ihre psychische Organisation weit über die thierische; es zeugt von einer Möglichkeit der Entwickelung, von einer Beweglichkeit der Hirnthätigkeit, die wir selbst bei hohen Kunsttrieben der Thiere nicht finden, die über

ihre Grenzen hinaus keine Fähigkeit der Bewegung und Fortentwickelung, sondern nur eine Modifikation, aber immer nach einem gegebenen festen Schema zeigen können. Der Umfang ihrer geistigen Fähigkeiten dürfte etwa auf derselben Stufe stehen, wie bei einem 1½jährigen Kinde, vielleicht noch geringer seyn[1]. Das, was wir Ideen nennen, muss ihnen vollständig fehlen, weil diese Stufe der geistigen Entwickelung nur auf der Grundlage der Abgrenzung der Persönlichkeit, des individuellen Bewusstseyns sich erheben kann. Davon aber habe ich nur eine Andeutung in der Abwehr des Knaben, die Messungen an sich vornehmen zu lassen und in dem Hinweis auf seine Schwester erkennen können.«

Ich habe diese ausführlicheren psychologischen Data noch hinzufügen wollen, weil sie zeigen, wie wichtig die genauere Untersuchung von Mikrocephalen auch für Grundfragen in der Psychologie werden kann. Ich stimme Müller ganz bei und habe diess früher schon ausgesprochen[2], dass vom naturwissenschaftlichen Standpunkte die Uebertragung der seelischen Eigenthümlichkeiten von den Eltern durch Same und Ei auf das Bestimmteste beweist, dass die Seelenerscheinungen im Gehirne nur ablaufen, zur Erscheinung kommen, das ihnen zu Grunde liegende Prinzip aber von den Zeugungsflüssigkeiten übertragen wird. Wenn wir die genaue physiologisch-psychologische Analyse von hundert Mikrocephalen im Leben und sorgfältige anatomische Untersuchungen nach deren Tode haben werden, können wir in der physiologischen Psychologie um ein Beträchtliches gefördert worden seyn.

---

1) Leubuscher giebt an, dass der Knabe das Ansehen eines in seiner Entwickelung zurückgebliebenen Knaben von 7—8 Jahren, das Mädchen eines Kindes von 5—6 Jahren habe. Aber aus andren Umständen geht hervor, dass der Knabe wohl 16—17, das Mädchen 12—14 Jahre alt war.

2) Die Frage nach dem Sensorium und Motorium commune. Nachrichten von der Göttinger Soc. d. Wissensch. 1860. Nr. 6.

Corollarium

über die Anwendbarkeit der in den vorstehenden Abschnitten besprochenen anatomischen Verhältnisse auf die Darwin'sche Lehre von der Entstehung der Species und der Formenentwickelung der organischen Welt.

Wenn ich nicht sehr irre, so können aus den morphologischen Erscheinungen, welche sich bei einer vergleichenden Betrachtung der Gehirnbildung bei den Quadrumanen, so wie aus der pathologischen Entwickelung der menschlichen Mikrocephalen ergeben, Schlüsse abgeleitet werden, welche für eine der anziehendsten, wenn auch dunkelsten Fragen der thierischen Morphologie, wie der Geschichte der organischen Welt, die Grundlage zu einer neuen Betrachtungsweise geben.

Darwin hat unstreitig das grosse Verdienst, diese Fragen, denen sich früher nur eine sehr vage Spekulation zugewendet hatte und die doch nicht blos für alle Naturforscher, sondern für alle denkenden Menschen überhaupt, stets von der höchsten Anziehung seyn müssen, nicht nur neu angeregt, sondern mit zahlreichen Thatsachen unterstützt, einer neuen Prüfung unterworfen zu haben.

Diess kann man sagen, wenn man auch, wie ich selbst wiederholt öffentlich ausgesprochen, sich in einem direkten Gegensatz zu dem theoretischen Endergebniss findet, das Darwin zugleich als das Prinzip der ganzen organischen, der pflanzlichen und thierischen Schöpfung, hinstellt.

Darwin's Hypothese in ihrem ganzen Umfange als bekannt voraussetzend, gebe ich hier nur einige Andeutungen in der Form eines Corollariums zur vorliegenden Abhandlung, in der Hoffnung, meine Ansichten in einer Fortsetzung der »zoologisch-anthropologischen Untersuchungen« näher ausführen und einen grösseren Kreis von Thatsachen herbeiziehen zu können.

Wenn ich eine richtige Einsicht in den Zusammenhang der Formverhältnisse der Thiere habe — und ich spreche nur von diesen, da ich leider zu wenig Botaniker bin, um die Pflanzenwelt einer wissenschaftlichen Würdigung für diese allgemeinsten Fragen unterwerfen zu können — und die Aufstellung einer systematischen Anordnung verfolge, so sind es wesentlich die sogenannten Uebergangsbildungen, welche uns unwiderstehlich zu der Annahme eines gegenseitig abhängigen Elementes in den typischen Formen, in der That auf die Vermuthung eines genealogischen Zusammenhangs derselben hintreiben.

Auch derjenige Naturforscher, der, wie ich selbst, von der Beharrlichkeit der Spezies in gewisser Hinsicht und von der Ansicht durchdrungen ist, dass wir in der Species unter allen systematischen Stufen die einzige haben, von der man sagen kann, dass sie wirklich in der Natur begründet und kein wissenschaftliches Artefakt ist [1]) ist, wird doch zugeben müssen:

1. Dass auch der Spezies eine gewisse Veränderlichkeit inne wohnt.

2. Dass, wie sehr auch der historische Bestand der thierischen Formen, auf den allein aus den constanten physiologischen Verhältnissen des Zeugungsprozesses abzuleitenden Prinzipien, auf den Begriff der Spezies basirt sey, es einmal eine Zeit gegeben haben könne, wo eine Reihe von secundären Arten aus primären hervorgegangen ist.

Ein wenn auch noch so limitirter Darwinismus wird also a priori zugegeben werden müssen.

Ob dieser Prozess sich mehrfach wiederholt habe, ob er noch für die historische Zeit gelte und wie sich diese Momente zur Paläontologie verhalte, ist zunächst für das Prinzip ganz gleichgültig.

Die Versuche, die Neubildung von Spezies, die Umformung voralterlicher Arten in andre Formen aus der veränderten Lebensweise, der Einwirkung des Clima's, der Erblichkeit von neuentstandnen Bildungen u. s. w. abzuleiten, sind meines Erachtens bis auf diese Stunde äusserst unbefriedigend ausgefallen.

---

1) Hiebei will ich durchaus nicht läugnen, dass den andren Stufen der Systematik nicht auch etwas reelles zu Grunde liege, etwas objektives. Aber es mischen sich hier immer zu viele subjektive Ansichten ein und es fehlt jede physiologische Grundlage, wenigstens bis jetzt noch.

Im geringsten Falle kann man immer den beigebrachten Wahrscheinlichkeitsgründen eben so viele Gegengründe gegenüberstellen.

Was versteht man aber eigentlich unter Uebergängen? Doch immer nur gewisse Aehnlichkeiten, grössere oder geringere, so dass man für möglich halten kann, eine solche ähnliche Bildung sey durch zeugende Eltern auf mehrere Individuen der Nachkommenschaft übergegangen. Da man weiss, dass gewisse Form- Färbungs- etc. Verhältnisse eben auf diesem Wege übertragen werden, so wird man geneigt zu glauben, dass jede ähnliche Bildung, die sich zwischen zwei Thieren findet, schliesslich auf eine durch den Zeugungsprozess vermittelte, mithin verwandtschaftliche zurückgeführt werden könne.

Diess und nichts andres, ist der Grund, dass man an eine wirkliche Stammesverwandtschaft des Affen mit dem Neger dachte, weil derselbe einige Eigenthümlichkeiten besitzt, wie z. B. die vorspringenden Kiefer (den Prognathismus), die längeren Arme, die wadenlosen Beine und manches andre, das bei Affengeschlechtern vorkommt, während der weisse Mensch es nicht zeigt. Das ähnliche Vorkommen solcher Verhältnisse bei dem weissen Mikrocephalen hat ebenfalls zu der Ansicht der Affenverwandtschaft geführt. Gerade diess Beispiel zeigt aber augenscheinlich, dass, da bei den Mikrocephalen gar keine genealogische Verbindung mit Affen nachzuweisen ist, die präsumirte Verwandtschaft des Negers mit dem Affen auch nicht vorhanden zu seyn braucht, um bei beiden gewisse ähnliche Bildungen zu finden. Eine genealogische Ursache für solche Verhältnisse ist eben so wenig abzuleiten, als etwa auf den Grund einer durch Uebung erworbenen freieren Bewegung und grösseren Entgegenstellbarkeit der grossen Zehe bei barfuss viel kletternden Menschen eine auf verwandtschaftlichen Ursprung deutende Analogie mit den Quadrumanen angenommen werden darf. Hier kennt man eben die Ursache, dort nicht. Würde man die Ursache des Kletterns nicht kennen, so würde man, wie bereits auch geschehen ist, aus der freieren Beweglichkeit der grossen Zehe eben so auf eine Stammverwandtschaft schliessen, wie beim Prognathismus.

Ja man schliesst wohl auch umgekehrt aus gewissen constant vorkommenden Verschiedenheiten in Theilen des Knochengerüsts bei einzelnen Menschenrassen, z. B. aus der Weite und dem Vorstehen der Jochbogen, auf

Stammesverschiedenheit, wie bei den Mongolen und Europäern. Baer hat aber neuerdings darauf aufmerksam gemacht, dass Verschiedenheit der Nahrung, durchgreifende Fleisch- oder Pflanzenkost sehr wahrscheinlich solche Verschiedenheiten bedingen[1]. Ein abermaliger Beweis, wie vorsichtig man mit der Benutzung des Vorkommens einer anatomischen Anordnung zur Schlussfolge auf die Art der Abstammung seyn muss.

Nun giebt es aber wirklich Erscheinungen, welche unverkennbar den tiefen Zusammenhang gewisser Bildungseigenthümlichkeiten mit der Uebertragung durch Stammesverwandtschaft beurkunden. Die sechsfingrigen Menschen und hundert andre kleine Missbildungen bei Menschen und Thieren, die in ganzen Familien erblich, in einzelnen Gliedern fehlen, im Grossvater z. B. vorhanden sind, im Enkel wieder erscheinen, während der Sohn übersprungen wird — geben solche Beispiele ab.

Genau betrachtet kann diese Erscheinung gerade nichts auffallendes haben. Man muss sich im Gegentheil wundern, dass solche Eigenthümlichkeiten einzelner Individuen nicht häufiger übertragen werden. Gerade die physiologische Thatsache, dass die Zeugungssäfte gleichsam behaftet sind mit der präformirten Beschaffenheit der Bildungen, welche aus ihnen hervorgehen, muss a priori für die Uebertragung pathologischer Eigenthümlichkeiten stimmen, welche wir ja auch in Krankheiten und Krankheitsanlagen durch Samen und Ei sich vererben sehen, wodurch eben deren Behaftung mit pathologischen Potenzen und die Macht genealogischer Verhältnisse in der Körperbildung, der Zusammenhang und Uebergang der Aehnlichkeiten von einem Individuum zum andren, bewiesen wird.

Will man sich den Hinterhalt offen lassen und diese Uebertragungen auf sogenannte dynamische Verhältnisse beziehen, immer sind es doch anatomische Materien, greifliche Stoffe, wenn auch in noch so geringer Quantität, welche allein die Fähigkeit zur Uebertragung haben und die immer nothwendig sind, um Bildungen fortzupflanzen.

Fast mit unwiderstehlicher Gewalt drängt sich dem nachdenkenden Physiologen und Zoologen, welcher die Erscheinungen des Zeugungsprozesses

---

1) Bericht über die Göttinger Anthropologen-Versammlung S. 11.

und die systematischen Verwandtschaften der Thiergruppen verfolgt, die Vermuthung auf, dass zwischen beiden ein gewisser Zusammenhang stattfinden müsse.

Wenn wir auch das Darwin'sche System, wie es vorliegt, grossentheils nur für ein kühnes und gewagtes Spiel mit der Combination von Thatsachen halten müssen, in welchem vieles unhaltbar ist, dem ausserordentlich viele andre gewichtige positive und negative Thatsachen entgegenstehen, so werden wir doch auch, gerade darinnen, dass ein so besonnener, vielseitig gebildeter, scharfsinniger Naturforscher es durch viele Jahre lang festgehalten hat, dass ferner viele andre gründliche Naturforscher, Botaniker und Zoologen, die sich mit der Systematik und mit den Formen der organischen Körper vertraut gemacht haben, demselben mehr oder weniger zustimmen, gewiss berechtigt seyn, zu glauben, dass etwas an der Darwin'schen Ansicht sey. In der rohen Art, wie Demaillet und selbst Buffon und Lamarck sich noch die Sache dachten, wie aus gewissen Degenerationen oder durch veränderte Lebensweise die sämmtlichen Thierarten allmählich aus wenigen und immer wenigeren Stammformen hervorgegangen seyn sollten, konnte freilich die Transmutationslehre und der genealogische Zusammenhang der Thierarten nicht zur allgemeinen Ueberzeugung gründlicher Naturforscher gebracht werden.

Viel wichtiger als jene muthmasslichen oder angeblichen Transmutationen äusserer Körpertheile durch veränderte Lebensweise und Vererbung der erworbenen Eigenthümlichkeiten sind für mich jene höchst charakteristischen bald als Complexe, bald als ganz vereinzelte Bildungen, ja als blosse Andeutungen vorkommenden morphologischen Verhältnisse in Organen, welche gerade den äusseren Einflüssen, dem direkten Gebrauche in den äusseren Lebensbedindungen am allermeisten entzogen sind. Ein recht charakteristisches Beispiel geben hier die Gehirne der Quadrumanen ab. Wenn wir die Tafeln von Gratiolet betrachten, so haben wir doch nichts als sehr übereinstimmende Variationen eines und desselben Grundtypus. Es ist wie ein musikalisches Thema, dessen einzelne Glieder bald lose, bald verbunden, bald in grösserer Zahl, bald einzeln, bald an dieser, bald an jener Stelle einer Reihe von Variationen auftauchen. Der Schläfelappen mit seiner Fissura parallela, der Stirnlappen, die Centralfurche etc. etc. sie treten in der Gruppe der

Affen, im Menschen bald einzeln, bald verbunden, aber selbst in den letzten Spuren noch deutlich als Reste eines typischen Verhältnisses auf. Wir erkennen sie so sicher als Glieder eines Systemes, wie wir die isolirt auftretenden Elemente des byzantinischen Baustyls in einem jeden Gebäude eines andren Styles wieder auffinden und nachweisen.

Hier im Gehirn wird man ein teleologisches Verhältniss zwischen körperlicher Bildung und Funktion gewiss nicht in der Art nachweisen können, wie z B. in den Extremitäten und deren Metamorphosen, je nach dem Elemente, in welchem die Thiere leben, nach der Art der Nahrung und deren Erwerbung, wozu sie die Extremitäten brauchen. Gewiss — die Furchen und Windungen haben in ihrer Ausdehnung und Ausbildung für die Einfügung, Multiplikation, Vertheilung der Gefässe und den Wechselverkehr mit der Nervensubstanz ihre mechanische Bedeutung so gut, wie die anatomische Anordnung andrer Körpertheile. Aber gerade die Betrachtung des Gehirns bei vielen Säugethieren und Vögeln lehrt uns, dass die physiologische Bedeutung der Furchen und Windungen nicht auf der architektonischen Anordnung derselben zu einander beruht, sondern dass sehr ähnliche, reiche oder wenig reiche psychologische Leistungen bei einer ganz unähnlichen Architektonik des Gehirns eines Thieres vorkommen können.

Da wir aber diese typischen Anordnungen doch, eben wegen ihrer Constanz, einem mit grosser Macht wirkenden Grunde zuschreiben müssen, so werden wir genöthigt seyn, ihn anderwärts zu suchen. Hier bietet sich mir nirgends ein Anhaltspunkt, als eben in dem Zeugungsprozess. Entweder wir müssen überhaupt sagen: das Problem ist uns unzugänglich, oder wir müssen uns entschliessen, die einzigen Erscheinungen herbeizuziehen, welche eine Analogie darbieten.

Nur die Zeugungssäfte, Samen und Ei, sind diejenigen Atomcomplexe, welche im Stande sind, thierische Formen hervorzurufen, die wir als Arten und Varietäten einer gewissen systematischen Gruppe kennen und unterscheiden. Nur ausnahmsweise und in seltenen Fällen vermögen auch Combinationen von Samen und Eisubstanz verschiedener Arten (Species) Formen zu bilden, welche in der Regel als Individuen zu Grunde gehen, selten sich durch mehrere Generationen zu erhalten vermögen. Ob zuweilen für immer, wie

einige Naturforscher behaupten, halte ich noch durchaus für völlig fraglich. Samen und Ei übertragen die Form- und Organisationsverhältnisse vom väterlichen und mütterlichen Individuum auf das neue Wesen entweder in gleichen oder ungleichen Proportionen, sey diess nun eine normale Frucht oder eine Bastardbildung. Aber Same und Ei übertragen nicht blos rein die Verhältnisse der Eltern, sondern auch Eigenthümlichkeiten früherer Vorfahren, welche in den Zwischengliedern oft latent bleiben. Samen und Ei setzen eine continuirliche Wirkung der ihnen immanenten Kräfte, eine Uebertragung der letzteren von früheren Geschlechtern voraus. Wo wir nun ähnliche Formverhältnisse, eine gleiche Architektonik in vielen inneren und äusseren Organisationsverhältnissen auftreten sehen, werden wir gewiss geneigt seyn müssen, stoffliche Einflüsse und Verbindungen vorauszusetzen, ähnlich wie wir sie in den Zeugungsstoffen wahrnehmen. Diese Idee, klar oder unklar, schwebt allen Naturforschern vor, welche die heutigen Thierarten einer Familie als Abkömmlinge eines Familienstammvaters ansehen.

Fänden wir wirklich in den Gebirgsschichten *reelle* Uebergangsformen zwischen noch lebenden Thierarten, Thiergeschlechtern — Thierfamilien u. s. w. so würden wir uns einer solcher Annahme im Sinne Darwin's nicht widersetzen können. Diess ist aber positiv nicht der Fall und ausserdem sehen wir in der ganzen Oekonomie des thierischen Lebens einer Fortpflanzung von Mischlingen, einer dauernden Erhaltung der Mischlingsformen die grössten Schwierigkeiten entgegentreten. Auch die andren Einflüsse: Klima, Nahrung, Zucht jeder Art vermögen in den Thier- und Pflanzenarten eine verhältnissmässig nur sehr beschränkte Abänderung der bestehenden Formen hervorzurufen, welche immer wieder die Neigung zum Zurückschlagen zu den ursprünglichen Typen in sich tragen.

Alle Variationen bewegen sich überhaupt nicht ins Maasslose, sondern innerhalb verhältnissmässig enggezogener Grenzen. Diess gilt auch von allen Organen und Organtheilen.

Alle Variationen des menschlichen Gehirns nach Rassen, Geschlechtern, Individuen, normalen und pathologischen, behalten den menschlichen Grundtypus und schlagen nicht in den Affentypus um, als soweit eben dieser selbst Analogie mit dem menschlichen hat.

Alle Affengehirne zeigen unter sich die grösste morphologische Verwandtschaft, können auseinander abgeleitet werden, sind Metamorphosen des Typus einer oder einiger Gattungen, der aber streng geschieden ist von dem Typus z. B. der Katzen, der Hunde, der Wiederkäuer und zeigen auch Grundverschiedenheiten vom menschlichen Gehirne.

Aus diesen und andren Erscheinungen schliesse ich, dass bei der ersten Entstehung der Thiere aus der zunächst zu ihren Leibern verwandten Materie primitive Massen geschieden wurden, aus denen zuerst einzelne Familien, also die Menschen, die Affen, die Katzen und Wiederkäuer u. s. f. sich entwickeln sollten -- also organische Materien mit verschiedenen Qualitäten, wenn man will verschiedene Eiweisskörper. Man kann sich einen solchen primitiven Materienstock unter der Form eines Baumstammes bildlich vorstellen, dessen Endknospen die Thierarten repräsentiren, welche sich lösten und mit der Fähigkeit begabt wurden, sich fortzupflanzen die aber zugleich eine solche Verschiedenheit erhielten, dass sie untereinander diess nicht mehr vermochten. Die ursprüngliche Verwandtschaft, der erste materielle Zusammenhang der Thiere einer Familie in vielen oder einzelnen Organisationsverhältnissen erhielt sich aber noch bis auf einen gewissen Grad und beurkundet sich in der systematischen Gruppirung und den oben geschilderten Residuen der gegenseitig auf einander wirkenden Zeugungsstoffe.

Auf diese Weise erklären sich mir eine Menge Erscheinungen, welche die Darwin'sche Hypothese ungelöst lässt oder wo sie zu sehr künstlichen Erklärungen greifen muss.

Die organische Chemie und die Histologie widersprechen dieser neuen Hypothese von zuerstgebildeten primitiven Stöcken aus einer allgemeinen organischen Urmaterie, — als welche wir Zellenaggregate von plastischen Proteinstoffen betrachten können — durchaus nicht und wir brauchen dem Zufall oder der physikalischen Nothwendigkeit nicht die daraus hervorgehende Formenwelt der Thiere zu überlassen, sondern können eine eben so planvolle Architektonik dabei thätig denken, wie die eines Meisters, der aus dem Dolerit des Siebengebirgs den Cöllner Dom und andre Gebäude erschuf.

Eine weitere Ausführung dieser blossen Skizze behalte ich mir, wie

gesagt, für eine Fortsetzung der „zoologisch-anthropologischen“ Untersuchungen vor.

Nur in Betreff der Mikrocephalie mag noch folgendes bemerkt werden. Diese, wie alle Misbildungen überhaupt, fügen sich in die allgemeine Kategorie unsrer Schöpfungshypothese. Die dem menschlichen Geschlechte nach seiner ersten Erschaffung verliehene und immanente Fähigkeit, sich fortzupflanzen, ist eine eben so cyklisch in sich geschlossene, innerhalb eines gewissen Variationskreises von Formen, die als Rassen fortexistiren, mit andren thierischen Wesen keine Combinationen eingehen, als eben Misbildungen in der Regel nur eine beschränkte Existenz haben. Doch steht der Annahme nichts entgegen, dass z. B. eine Mikrocephalen-Familie, wo die Misbildung jedoch nur einen mässigen Grad erreicht hat und eine Entwickelung der Genitalien vorhanden ist, wie sie zuweilen bei Mikrocephalen vorkommt, die sich in der Wildniss rohe Nahrung zu verschaffen weiss, eine Zeitlang erhalten, vielleicht selbst den Stamm einer kleinen Völkergruppe abgeben kann, wie z. B. der Feuerländer oder der Buschmänner. Ich bin weit entfernt anzunehmen, dass nur eine auch der aller degenerirtesten Menschenrassen auf diese Art wirklich entstanden sey. Denn dieselbe Ordnung im Haushalt der Natur welche die Bastarde und Mischlinge der Thiere nicht aufkommen lässt, wird auch verhindern, dass eine Idiotenfamilie eine historische Existenz erlangt. Weder Feuerländer noch Buschmänner sind Idioten. Aber ein jeder unterrichtete Naturforscher, welcher weiter nachdenkt, wird sich eine grosse Reihe von analogen Thatsachen vergegenwärtigen können, welche sich an diess eben angeführte präsumtive Beispiel der Mikrocephalen anknüpfen lassen. Auch diess mag hier nur angedeutet seyn und in späteren anthropologischen Arbeiten seine eigentliche Ausführung finden.

Allgemeine Ergebnisse aus den vorstehenden Untersuchungen.

1. Die Windungen der Hemisphären der menschlichen Gehirne (einfacher und zusammengesetzter, normaler und pathologischer) stellen ziemlich enge Variationen eines constanten Grundtypus dar.

2. Dieser Grundtypus hat gewisse allgemeine Merkmale mit dem Typus der Affengehirne gemein, ist in andren unterschieden.

3. Die Hirne der Quadrumanen sind ebenfalls nach einem Grundtypus gebaut, der bei den höchsten Affen in mehreren Punkten dem des Menschen sich sehr nähert, in andren abweichend bleibt.

4. Zwischen den constanten Windungsbildungen der Hemisphären des Affengehirns und den früheren Bildungsstufen im Embryonalgehirn des Menschen lässt sich eine Parallele nachweisen, obwohl auch hier in der Entwickelungsweise der Windungen durchgreifende Verschiedenheiten vorzukommen scheinen.

5. Die Mikrocephalengehirne stellen keinen Rückfall in den Affentypus, keine Verähnlichung mit demselben dar. Während sie im vorderen Theile der Hemisphären, der grösseren Einfachheit wegen, sich den Gehirnen der höheren Affen allerdings nähern, entfernen sie sich im hinteren Theile davon um so mehr.

6. Die Mikrocephalen sind Glieder einer pathologischen Entwickelungsreihe, welche als Zwischenstufe zwischen Anencephalen und Hydrocephalen stehen.

7. Die Mikrocephalie beruht zum Theil auf einer Bildungshemmung der Hinterlappen des grossen Gehirns und scheint ihren Anfang im 3ten und 4ten Monat der Schwangerschaft resp. des Embryolebens zu haben.

8. Wahrscheinlich ist bei allen diesen Misbildungen niemals der Schädel, sondern immer das Gehirn der primär erkrankte Theil, daher auch Synostosen

nur für spätere Zeiten einen gewissen beschränkten Antheil an dem Zurückbleiben der Hirnentwickelung haben mögen.

9. Sporadische Mikrocephalie und endemischer Cretinismus sind, wie bereits immer mehr angenommen wird[1]), zwei verschiedene Formen der angeborenen Idiotie. Während bei letztrem Kropfbildung charakteristisch ist, scheint bei ersterer sogar oft eine Verkümmerung der Schilddrüse statt zu finden. Zwischen beiden Formen scheint aber doch ein genealogisches Verhältniss zu bestehen, indem unter Familien mit endemischem Cretinismus auch öfter Mikrocephalie vorzukommen scheint.

10. Unter allen Messungen der Vergrösserung der Hirnoberfläche durch die Windungen, giebt die direkte Messung der Furchen in ihrer linearen Ausdehnung allein brauchbare Resultate.

11. Die Messung der Oberfläche der einzelnen Lappen ergiebt keine Anhaltspunkte für eine bestimmte Beziehung dieser Lappen zu bestimmten psychischen Thätigkeiten, auch nicht zur allgemeinen Entwickelung der Intelligenz.

12. Dagegen scheint es, dass stärkere resp. zahlreichere Furchenbildung bei intelligenteren Gehirnen vorkommt und für diese allerdings bezeichnend ist. Doch darf dieser Satz immer noch nur mit grosser Vorsicht ausgesprochen werden.

13. Die Architektonik der Windungsverhältnisse des Gehirns der Menschen und Quadrumanen kann zu einer plausibeln Schöpfungshypothese der Thierwelt, im Gegensatze zu der Darwin'schen Transmutationstheorie, verwendet werden.

14. Eine künftige sorgfältigere Analyse der psychologischen Erscheinungen bei den Mikrocephalen kann von ausserordentlichem Interesse für gewisse psychologische Grundfragen werden, wenn nachträglich eine recht genaue anatomische Untersuchung des grossen und kleinen Gehirns und Rückenmarks angestellt wird.

15. Von ganz besondrer Wichtigkeit ist hier die Herstellung von sicheren Beobachtungen, ob wirklich, wie in dem Falle des von Joh. Müller

---

1) Aztekentypus von Griesinger u. s. w. vgl. des Letzteren treffliche 2te Aufl. der psychischen Krankheiten.

beschriebenen Idioten (der mir in dieser Hinsicht nicht glaubwürdig genug beobachtet scheint), wirklich Zeichen vom langen Latentbleiben von Vorstellungen und selbst eingeprägten Worten, die vielleicht früher gar nie zur Aeusserung kamen, unter Umständen, wie in Fieberdelirien, vorkommen, welche an die bekannten Fälle von Geisteskranken sich anreihen, die kurz vor dem Tode, selbst nach langer Dauer der Krankheit, wieder die Integrität ihrer Geisteskräfte erlangten.

16. Aus den Untersuchungen des Verfs, in der ersten und dieser zweiten Abhandlung nur theilweise besprochen, scheint das merkwürdige Resultat hervorzugehen, dass die mechanischen Apparate (Gehirne) für die in die Erscheinung tretenden Seelenthätigkeiten bei verschiedenen Menschen in ihren Uranlagen und embryonalen Entwickelungen, schon nachweisbare geschlechtliche und individuelle Eigenthümlichkeiten zeigen, welche für die Ausbildung des Geistes in den späteren Lebensjahren von bestimmendem Einflusse sind, so dass man mit gehöriger Limitation sagen kann: Idioten und Genies werden geboren, wie die Entwickelungsgeschichte ihres Gehirns zeigt.

17. Es ergeben sich aus der anatomischen Betrachtung der Mikrocephalengehirne gewisse interessante Schlüsse für die Physiologie des kleinen Gehirns und andrer Hirntheile. Es bestätigen die mikrocephalen Gehirne die Annahme, dass das kleine Gehirn nicht bei der Intelligenz, wohl aber bei den Körperbewegungen betheiligt ist. Während erstere ausserordentlich gestört ist, sind es letztere in viel geringerem Grade oder gar nicht. Die Mikrocephalen lernen zwar meist später gehen, haben zuweilen einen schwankenden und trippelnden Gang, oft aber sind sie hurtig und hastig und selbst im Klettern behende [1]). Die bei solchen Idioten fortbestehende Integrität der Sinnes-

---

1) Wenn sie unvollkommen oder gar nicht gehen können, so kann diess sehr wohl daher kommen, dass Veränderungen, Verwachsungen, Atrophieen u. s. w. in denjenigen Hirntheilen zugleich vorkommen, die vorzüglich bei den Körperbewegungen betheiligt sind, wie z. B. die Sehhügel. Auch Gratiolet verwerthet die Thatsache, dass das kleine Gehirn bei Mikrocephalen am wenigsten verkümmert ist, zu Gunsten dieser Ansicht. Ich bin auf das kleine Gehirn hier überhaupt nicht näher eingegangen, weil ich der Gesammtbetrachtung des kleinen Gehirns eine grössere zusammenhängende Abhandlung widmen wollte,

organe, insbesondre des Gesichts und Gehörs, sprechen zu Gunsten der Ansicht, dass die vollständige Umbildung der Sinneseindrücke zu Vorstellungen mehr in den inneren Hirntheilen, im Basaltheile des grossen Gehirns, dann in einer gewissen Summe von feineren Hirnelementen der Hemisphärenoberflächen vollbracht wird, welche bereits im Stirn- und Schädellappen gegeben sind. Das Verhältniss der Grosshirnlappen zur Intelligenz lässt sich vielleicht so ausdrücken: es ist eine gewisse Massenentwickelung des grossen Gehirns, namentlich seiner Windungen nöthig, wenn eine solche Ausbildung von Intelligenz erfolgen soll, wie sie den Menschen vom Thiere scheidet.

---

welche die einzelnen Mittheilungen in den „Nachrichten" und in Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift mit allen Belegen zusammenfassen sollte. Ich gedachte aber erst den Schluss der Bemerkungen abzuwarten, welche Brown Séquard in seinem Journal de Physiologie (1861) der hier gegebenen Uebersetzung meiner Publikationen aus den „Nachrichten" beigefügt hat und worin er seine theilweise abweichenden Ansichten darlegt.

Anhang.

Über Dr. Peacock's und Dr. Boyd's Hirnwägungen, als Nachtrag zu der Hirngewichtstabelle in der ersten Abhandlung der Vorstudien, und über die Verhandlungen in der Société d'Anthropologie, den gleichen Gegenstand betreffend.

Als diese Abhandlung schon abgeschlossen und druckfertig war, erhielt ich durch die Güte des Herrn Dr. Peacock, unter Vermittlung des Herrn Bernard Davis, die Tabellen über das Hirngewicht, welche Dr. Peacock im Monthly Journal of medical Science Vol. VII. 1847 publicirt hatte und nun 1861 wieder besonders drucken liess. Sie führen den Titel:

Tables of the Weights of the Brain and of some other organs of the human body.

Ich bedaure jetzt, nach genommener Einsicht, doppelt, dass mir diese Abhandlung, wegen des Fehlens des genannten Journals auf unsrer Bibliothek nicht zugänglich war. Huschke hatte solche benutzt und daraus habe ich selbst wieder einige Angaben von Herrn Peacock entnommen

In diesen Tabellen ist das Gewicht von 131 männlichen und 74 weiblichen Gehirnen unter sehr manchfaltigen Gesichtspunkten verglichen und es sind interessante Schlüsse daraus gezogen. Am Ende sind die allgemeinen Resultate zusammengestellt, welche mit ähnlichen von mir zum Theile übereinstimmen, zum Theil von denselben abweichen.

Noch zwei andre interessante Abhandlungen hat Herr Dr. Peacock der Sendung hinzuzufügen die Güte gehabt:

On the Weight and specific gravity of the Brain. Extracted from the Pathological transactions. Vol. XII. 1860—61. und

Notes on a Case of congenital Atrophy of the Brain and Idiotcy. From the Reports of the pathological Society of London. Vol. X. Session 1858—59.

Eine weitere Benutzung dieser sämmtlichen Abhandlungen für den Inhalt der „Vorstudien" ist mir im Augenblick nicht möglich. Um sie für meine Zwecke zur Vergleichung brauchbar zu machen, würde auch eine Reduction des englischen Gewichts auf das metrische nöthig seyn.

In einer späteren Fortsetzung dieser Arbeiten hoffe ich um so mehr darauf zu kommen, als es meine Absicht ist, die grosse früher gegebene Hirngewichtstabelle weiter zu verwerthen. Es ist diess um so nöthiger, weil dieselbe zu höchst interessanten Discussionen in der Société d'Anthropologie de Paris, insbesondre von Seiten der Herrn Broca und Gratiolet, benutzt worden ist, auf welche näher einzugehen meine Pflicht seyn muss; weiter unten wird ein Theil dieser Verhandlungen zur Sprache kommen.

Eben so ging nach begonnenem Druck meiner Abhandlung bei unsrer K. Gesellschaft der erste Theil des 151sten Bandes der philosophical transactions von 1861 mit den Tabellen von Dr. Robert Boyd „of the Weights of the human body and internal Organs in the Sane and Insane of both Sexes at various Ages, arranged from 2614 post mortem examinations ein, welche Prof. Sharpey der K. Societät in London vorlegte.

Diese Tabellen sind höchst verdienstlich, um so mehr, als die gewöhnlichen Kranken und die Geisteskranken hier in zwei getrennten Tabellen zusammengestellt sind. Es sind nemlich Resultate von 4086 Sektionen in dem achtjährigen Zeitraume von 1839 bis 1847 gegeben, welche im St. Mary-le-bone Infirmary angestellt worden sind, so wie die Resultate von 528 Leichenöffnungen von 1848 bis 1860 im Sommerset Lunatic Asylum.

Es sind zwar nicht alle Einzelfälle, sondern nur Gruppen nach gewissen Altersklassen zusammengestellt. Geschlecht, gesammtes Körpergewicht, Grösse, Gewicht des Gesammtgehirns, des grossen Gehirns, des kleinen Gehirns, der Brücke und Medulla, und verschiedener Brust- und Unterleibsorgane sind einzeln ausgeführt und es liegt das kolossalste Material über Gewichtsverhältnisse der Körperorgane vor, was wir bis jetzt besitzen.

Die erste Tafel (Kranke aus Mary-le-bone) führt 2086 Männner und 1061 weibliche Körper von allen Lebensaltern auf. Die zweite Tafel mit Geisteskranken giebt 295 Männer und 233 Weiber an.

Es ist sehr zu loben, dass am Schlusse die allgemeinen Ergebnisse kurz

zusammen gestellt sind, wovon ich hier einiges aushebe. Zur Vergleichung mit meiner früheren Tabelle in der ersten Abhandlung müsste zur vollständigen Benutzung eine Durcharbeitung des reichen statistischen Materials der englischen Tabelle erfolgen, welche ich im Augenblicke nicht vornehmen kann. Von grossem Interesse ist es jedenfalls, dass wir hier die Hirngewichte von einem grossen Volksstamme, dem englischen, der freilich sehr gemischt ist, vor uns haben und dass hiedurch ausgedehnte Vergleichungen mit Deutschen und Franzosen gegeben sind, über deren mittlere Gehirngewichtsdifferenzen neuerlich, während der Discussionen über die von mir publizirte Gehirngewichtstabelle in der ersten Abhandlung im Schoosse der Société d'Anthropologie, ausführliche Erörterungen gepflogen worden sind [1]).

Aus den mehr als 1000 männlichen und eben so vielen weiblichen Gehirnen „unter der Armenbevölkerung des Kirchspiels Marylebone" geht hervor, dass der Körper und die inneren Organe bei beiden Geschlechtern ihr volles Maass zwischen 20 und 30 Jahren erlangen. Das mittlere Gewicht des männlichen Gehirns war (übereinstimmend mit allen übrigen Angaben Ref.) in allen Lebensperioden grösser, als das weibliche; diess hält Boyd für die wahrscheinliche Ursache der grossen Zahl todtgeborner männlicher Kinder im Vergleiche mit weiblichen (51 zu 32) und für die Nothwendigkeit von 5 Craniotomieen bei nur männlichen Kindern. Das höchste durchschnittliche Gewicht des Gehirns fiel von 14 zu 20 Jahren, das nächst höchste in den männlichen Körpern von 30 zu 40 und in den weiblichen von 20 zu 30 Jahren.

In Betreff der 2ten Tabelle (Geisteskranke) ist die Bemerkung von Interesse, dass das Durchschnittsgewicht [2]) der rechten Hemisphäre in den männlichen Gehirnen wechselt von 592 Grammen zu 537 Grammen und in den weiblichen von 544 Grammen zu 493 Grammen. „Es ist eine eigenthümliche Thatsache", sagt der Verf., „bestätigt durch die Untersuchung von nahe 200 Fällen in St. Marylebone, in denen beide Hemisphären getrennt gewogen wor-

1) Bulletins de la Soc. d'Anthropol. de Paris. Tome II. in einer Reihe von Sitzungen.

2) Ich bemerke, dass das im englischen Originale in avoir du pois angegebene Gewicht hier zur Vergleichung mit unsrer früheren Tabelle auf metrisches reduzirt worden ist.

den waren, dass beinahe unveränderlich die linke die rechte übertraf. Die linke wechselte bei den Männern von 597 bis 528 Gr. und in den Weibern von 553 Gr. zu 493 Gr. Das mittlere Gewicht des kleinen Gehirns wechselte bei Männern von 154 bis 143 Gr. bei Weibern von 142 bis 134 Gr., das der Pons und Medulla in männlichen Körpern von 32,6 zu 28, 9 Gr., bei weiblichen von 29,8 zu 27 Gr. das des gesammten Gehirns im Mittel bei den Irren unter den Männern von 1375 Gr. zu 1243 Gr. und bei den Weibern von 1263 zu 1149. Bei den nicht Geisteskranken wechselte das durchschnittliche Gewicht in derselben Lebensperiode bei Männern von 1366 Gr. zu 1285 Gr., bei Weibern von 1238 Gr. zu 1127 Gr.

Diess letztre war mir um so interessanter, als ich in den wenigen Fällen von Geisteskranken (Manie, Blödsinn) wo ich das Hirn untersuchen und wägen konnte, durchaus keinen Einfluss der Geistesstörung auf die Gewichtsverhältnisse wahrnahm. Eben aus diesem Grunde ist es wohl ganz erlaubt, wie ich in der grossen Hirntabelle der ersten Abhandlung gethan habe, Gehirne von Geisteskranken und an andren Krankheiten Verstorbener unter einander aufzuführen. Ich theile hier die Ansichten französischer Forscher z. B. Herrn Broca's durchaus nicht, welcher darnach in der Tabelle eine Correction vornehmen und alle Geisteskranke weglassen zu müssen glaubte. Ganz auffallende Umstände z. B. Atrophie der einen Hemisphäre, grosse Wasserergüsse, Blutextravasate, Eiteransammlungen abgerechnet, sind die übrigen Fehlerquellen in Gehirnen der an gewöhnlichen Krankheiten Verstorbenen, welche bei verhältnissmässig immer noch so rohen Wägungen statt finden, gewiss eher grösser, oder wenigstens eben so gross, als die Veränderungen, welche bei den meisten Geisteskranken vorkommen.

Dagegen verdient die Angabe über dies ungleiche Gewicht und das in der Regel grössere Gewicht der linken Hemisphäre gewiss alle Beachtung, obwohl ich hier im höchsten Grade skeptisch bin. Ich habe bereits am Schlusse der ersten Abhandlung gesagt, dass ich trotz der auffallenden Asymmetrie in den Windungen beide Hemisphären fast immer von demselben Gewichte, ja überraschend gleich schwer, oft nur 1 — 2 Grammen differirend, gefunden hätte, welche Differenzen gar nicht in Betracht kommen und die ich auf die niemals vollkommen gleiche Trennung mittelst des Schnittes gerechnet hätte.

Als ich nun zum Zwecke des gegenwärtigen Nachtrags nochmals 18 Gehirne, freilich im Weingeist bewahrt, wog, so fand ich übereinstimmend mit früher die Verhältnisse, wie folgt:

	Rechte Hemisphäre.	Linke Hemisphäre.
Gauss	457 Gramm	. 460 Gramm.
Dirichlet . . .	479 „	. 478 „
Fuchs	489 „	. 489 „
C. F. Hermann .	443 „	. 447 „
Hausmann . . .	356 „	. 360 „
Taglöhner Krebs .	396 „	. 398 „
Mann von 33 Jahren	419 „	. 419 „
„ „ 51 „ .	458 „	. 454 „
„ „ 49 „ .	448 „	. 440 „
„ „ 60 „ .	348 „	. 349 „
„ „ 60 „ .	413 „	. 411 „
„ „ 30 „ .	454 „	. 453 „
Weib von 64 „ .	443 „	. 441 „
„ „ 60 „ .	406 „	. 413 „
„ „ 30 „ .	427 „	. 421 „
„ „ 29 „ .	443 „	. 436 „
Mädchen v. 14 „ .	473 „	. 471 „
„ „ 6 „ .	343 „	. 336 „

Man sieht, dass hier gar kein constantes Verhältniss statt findet und so lange nicht sehr viele und sehr sorgfältige Untersuchungen den meinigen widersprechen, halte ich meine Behauptungen gegen Boyd aufrecht. Uebrigens gestehe ich aufrichtig, dass ich es für unmöglich halte, die Schnitte so in der Mittellinie zu führen, dass man ganz gleiche Hälften erhält, am wenigsten bei frischen Gehirnen.

Bei dem frisch gewogenen Gehirn eines 39jährigen Mannes (nro 59 der Tabelle) fand ich die sehr sorgfältig getheilten Hemisphären:

rechts . . 686 Gramm
links . . 680 Gramm

Dieses Gehirn kann ich als ein männliches Normalgehirn aus den Blü-

thenjahren betrachten. Der Mann war ein Tagelöhner, sehr kräftig, muskulös, plötzlich (nicht apoplektisch) in der Trunkenheit verstorben und ich nahm an der Leiche die folgenden Wägungen vor, welche als Normalgewichte der Centraltheile des Nervensystems eines gesunden vollkräftigen Mannes in den Blüthenjahren mit annähernd vollkommner Blutfülle gelten können.

	Grm.
Rückenmark (nachdem die Nervenwurzeln bis an den Ursprung aus der Substanz des Markes abgeschnitten waren)[1]	32
Kleines Gehirn von den Crura ad pontem et med. oblong. abgelöst	166
Verlängertes Mark mit Brücke, Vierhügeln und dem Anfang der Grosshirnstämme	32
Grosses Gehirn mit Seh- und Streifenhügeln	1369[2]
Ganzes Gehirn ohne Rückenmark	1567.

Es ergeben sich hieraus folgende Verhältnisse, das Rückenmark als Einheit genommen:

Rückenmark zu den Nervenwurzeln	1 : 0,53
„ zum kleinen Gehirn	1 : 5,18
„ zu verlängertem Mark und Brücke, Vierhügeln und Wurzeln der Grosshirnstämme	1 : 1
„ zum Grossen Gehirn	1 : 42,78
„ zum ganzen Gehirn	1 : 48,96
Das Kleine Gehirn verhält sich zum grossen	= 1 : 8,24
„ „ „ „ ganzen	= 1 : 9,43

Bei einem 22jährigen guillotinirten Mörder, auch sehr kräftig, betrug das von mir selbst ebenfalls genau ermittelte Gewicht des gesammten Gehirns

1) Die abgeschnittenen Nervenwurzeln für sich (32 Paare) wogen 17 Grm.

2) Man sieht, dass die Summe der abgeschnittenen Hemisphären, jede für sich gewogen um 3 Grm. geringer ausfiel, als beide noch vereinigt waren. Diess kommt daher, dass, trotz aller Sorgfalt beim Abschneiden und Wägen, doch etwas Flüssigkeit abfloss, auch verdunstete, denn die 2te Wägung wurde ½ Stunde später vorgenommen. Man sieht also, dass solche kleine Differenzen von ein Paar Gramm gar nicht in Betracht kommen und dass solche Fehlerquellen immer bleiben werden.

1340 Gramm, das des kleinen Gehirns mit Medulla, Brücke, Vierhügeln und Basis der Grosshirnstämme 162 Grm.

Von besondrem Interesse ist für mich die Bekanntmachung des Hirngewichts des berühmten Anatomen Tiedemann gewesen; dasselbe wog: 1254 Grm.[1]).

Tiedemann starb im 80sten Jahre, bei sehr abgemagertem Körper, dessen Länge 172 Ctm. betrug. Ungefähr gleiche Grösse (als eine mittlere Mannsgrösse) mögen die beiden oben beschriebenen Männer gehabt haben.

Reihe ich diese Gehirne in meine Tabelle der ersten Abhandlung ein, so nimmt der

39jährige Mann mit . . .	1567 Gr.	die 50ste	Stelle ein
22jährige Mann mit . . .	1340 Gr.	die 369ste	„ „
80jährige Tiedemann mit	1254 Gr.	die 588ste	„ „
77jährige Hausmann mit	1226 Gr.	die 641ste	„ „

Hausmann war ein Mann von grosser Taille und muss wenigstens 180 Ctm. gemessen haben.

Wir haben also hier zwei an Alterschwäche und chronischen Krankheiten verstorbene Männer mit geistig thätig gewesenen Gehirnen, welche in ihrem absoluten Gewichte in der Tabelle von nahezu 1000 Gehirnen nicht fern von einander in das 6te und 7te Hundert fallen, während der 22jährige dekapitirte Mann mit seinem absoluten Hirngewicht in das 4te Hundert, der 39 jährige Mann, in der Trunkenheit verstorben, in das erste Hundert fiel.

Bei Tiedemann und Hausmann könnte man dem höheren Alter einen Einfluss zuschreiben. Aber nach Huschke's (freilich nach den wenigen

---

1) Gedächtnissrede auf Friedrich Tiedemann von dessen Schwiegersohn Prof. Bischoff. München 1861. S. 40. Tiedemann gab ein löbliches Beispiel wie aus folgender Stelle der Rede erhellt: „In einer Ansprache an die Seinigen hatte Tiedemann verordnet: „den Körper lasst öffnen; es gewährt diess vielleicht einigen Nutzen. Findet sich ein Theil, der den Aerzten Belehrung gewähren kann, so nehme man ihn in eine anatomische Sammlung auf.“ Auf Bischoffs Veranlassung wurde die Section von dem Prof. d. pathol. Anatomie Dr. Buhl und Prosector Dr. Rüdinger aufgenommen, so dass die grösste Zuverlässigkeit für die Wägung statt findet.

Beispielen erst noch sicherer festzustellenden Wägungen)[1]) nimmt ja das Gehirn in diesem hohen Alter (im 80sten bis 90sten Jahre) wieder an Gewicht zu und nähert sich dem im Blüthenalter, so dass dieser Grund ganz zweifelhaft wird.

Einigen Einfluss auf das hohe Gewicht des Gehirns des 39jährigen Mannes mag der etwas congestive Zustand des Gehirns gehabt haben, während vielleicht die Decapitation bei dem 22jährigen Manne wegen der Blutentleerung einen etwas mindernden Einfluss auf das Hirngewicht hatte.

Ueber alles diess fehlen uns ganz sichere Urtheile und Erfahrungen und genügend würden wir dieselben nur haben können, wenn wir z. B. im Stande wären, einen und denselben Menschen zuerst zu hängen, dann das Hirngewicht zu bestimmen und nachher zu guillotiniren und das Gewicht zu nehmen, also eine unmögliche Forderung.

Es scheint mir unbillig, dass Herr Broca meiner Tabelle den Vorwurf macht, ich hätte Gehirne von sehr verschiedenem Werthe, pathologische und nicht pathologische zusammengestellt und dadurch der Tabelle den eigentlichen Werth genommen. In der bei weitem grösseren Mehrzahl der Fälle werden die Gewichtsverhältnisse des Gehirns auch bei Irren durch die häufig gar nicht nachweisbaren oder sehr geringen anatomischen Veränderungen nicht alternirt. Jedenfalls finden in den meisten Fällen nur Veränderungen statt, welche durchschnittlich etwa 20 bis 30 höchstens 50 Grammen betragen mögen, die ganz irrelevant sind, namentlich bei den Fragen, um die es sich hier handelt. Einfache Hyperämien sind so unsicher wägbare Objecte, dass sie hier kaum in Betracht kommen können. Wenigstens hätten dann anämische Zustände des Gehirns, in Folge grosser Abmagerungen in akuten und chronischen abzehrenden Krankheiten, die möglicher Weise auf das Gewicht des Gehirns influiren könnten, dasselbe Recht der Ausscheidung. Anatomisch aber wird man häufig (wie ich selbst erfahren und gesehen habe) das Gehirn eines an einem acuten Fieber verstorbenen Menschen ohne scheinbare Hirnkongestion von dem eines mit periodischer Manie behafteten nicht unterscheiden können. Wo sollte bei unseren Sectionsberichten da eine Grenze gezogen,

---

1) Wie Huschke selbst in seinem Werke S. 58 bemerkt.

ein Unterschied gemacht werden können? Selbst Verdickungen der Häute verändern das Gewicht nur wenig. Nur stärkere Anhäufungen von Hirnwasser, ausgebreitete Atrophieen und sehr starke Infiltrationen zwischen die histologischen Hirnelemente, wie wahrscheinlich bei der Sklerose, können hier in Betracht kommen. Wie wollte man aber grosse Mengen von Wägungen zusammenbringen, wenn man nur Gesunde, Verunglückte, Selbstmörder, Hingerichtete in eine solche Tabelle aufnehmen wollte? Dazu würden auch solche Fälle bei verschiedenen Todesarten verschiedene Grade von Blutgehalt in den Hirngefässen, mithin kleinere oder grössere Gewichtsunterschiede, bedingen.

Rechne ich dazu, dass wir über Verhältnisse des Körpergewichts, Muskelmasse und Fettentwickelung u. s. w., Körperlänge, selbst Alter und Geschlecht (in welchen wir noch am besten unterrichtet sind) zum Volum und Gewicht des Gehirns noch so wenig wissen, so heisst es in der That Mücken seigen und Kameele verschlucken, wenn wir bei der Zusammenstellung von Hirnwägungen und deren weiterer Verwerthung allzurigorös seyn wollen [1]).

Für mein „grand tableau" von Hirnwägungen, wie man meine Zusammenstellung von 964 Hirngewichten in der Société d'Anthropologie stets zu nennen beliebt, mache ich übrigens selbst nur sehr bescheidene Ansprüche. Es ist dasselbe nur zu dem Endzweck abgefasst und einfach in die Ordnung absteigender Zahlen, von den schwersten zu den leichtesten Gehirnen, gebracht, um sich rasch und sicher über gewisse Fragen zu orientiren. Alter und Geschlecht sind immer, Krankheit oder Todesursache [2]) in der Regel

---

1) Ich muss den Vorwurf Broca's um so entschiedener zurückweisen, als es gerade eine Absicht von mir war, in der Tabelle die Heterogenität der Momente hervortreten und leicht für jedermann erkennbar erscheinen zu lassen, welche die Gewichtsverhältnisse begleiten oder bedingen. Das ist sogleich an Nr. 1 und 2 der Tabelle deutlich.

2) Immerhin ist es von Interesse, die Gewichtsverhältnisse in der Weise aus 347 Gehirnen aus meiner grossen Tabelle ausgeschieden und berechnet zu finden, wie es Herr Broca in Verbindung mit seinen beiden Eleven, den Herren Bernadet und Piedvache, gethan hat. Individuen unter 21 Jahren, also vor vollendetem Wachsthum, sind ebenfalls ausgeschlossen und Broca stellt daraus folgende kleine Tabelle zusammen:

angegeben und worum es vor Allem zu thun war, die wenigen Gehirne von geistig bedeutenden Männern, die bisher nach dem Gewicht sicher bestimmt waren, sind hier in die Gewichtsskalen gewöhnlicher Gehirne eingefügt. Jedermann, dem es beliebt, kann diese Tabelle zu neuen, für ihn etwa passenden Zusammenstellungen benutzen. Ich selbst habe mir diess [1]) vorbehalten und ich freue mich, dass Herr Broca bereits einen ähnlichen Gebrauch davon gemacht hat.

Ueberhaupt kann ich aber nur meinen Dank aussprechen, dass die Société d'Anthropologie, welche mir die Ehre erwiesen, mich zu ihrem auswärtigen Mitgliede zu ernennen, meine Arbeit einer so umfänglichen Discussion unterworfen hat, die den grössten Raum unter allen im vorigen Jahre stattgehabten Discussionen und eine Reihe von Sitzungen eingenommen hat [2]). Ein wahrhaft dramatisches Interesse gewähren insbesondre die Vorträge der Herren Broca und Gratiolet, die von diesen beiden so höchst kenntnissreichen und eifrigen Gelehrten und Forschern gemachten Anstrengungen zur neuen Verwerthung der Zahlen und übrigen Daten meiner Abhandlung, so wie ihre Dialoge, dann die von den Herren Auburtin, Baillarger, de Castelnau, Perier, Rufz, Dareste, de Jouvencel, Gosse, de Quatrefages, Giraldès, Delasiauve, dazwischen geworfenen Anfragen und Bemerkungen.

Es war vorauszusehen, dass wenn einmal die Zusammenstellungen von

---

Alter	Mittleres Hirngewicht in Grmm.		In Prozenten	
	Weiber	Männer	Weiber	Männer
21—30 Jahre . . .	1249	1341,53	100	107,4
31—40 „ . . .	1262	1410,36	100	111,7
41—50 „ . . .	1261	1391,41	100	110,3
51—60 „ . . .	1236,13	1341,19	100	108,58
61— und darüber .	1203,43	1326,21	100	110,20

Wornach das grössere Hirngewicht der Männer gegen das kleinere der Frauen im Mittel ungefähr 10% beträgt.

Raçen- und Geschlechtsunterschiede des Gehirns hatte ich die Absicht, in einer späteren Abhandiung zu besprechen.

1) Wie ich S. 132 der ersten Abhandlung Bd. IX. ausgesprochen.

2) Vgl. Bulletins de la Soc. d'Anthrop. Tome II. p. 66—81. p. 139—207. p. 209—233. p. 238—279. p. 283—321. p. 421—(noch nicht beendet).

Hirnwägungen bei Huschke und die von demselben daraus gezogenen Ergebnisse und Schlüsse bei den verschiedenen Völkern, insbesondre bei unsren Nachbarn über dem Rhein, bekannt werden würden, dieselben zu den eifrigsten Reclamationen würden Veranlassung geben. Huschke sagte nehmlich[1]): „Ob nach der Raçe und Nationalität eine geschlechtliche Differenz eintrete, ist nicht bekannt. Aber für den germanischen und romanischen Stamm liegen Data vor. Hamilton, der das männliche Gehirn der Schotten zu 3 Pf. 8 Unzen Trop.-G. (= 1309 Grm.), das der Weiber aber zu 3 Pf. 4 Unzen (= 1190 Grm.) angiebt, nimmt also eine Differenz von 119 Grm. Uebergewicht im männlichen Schotten an. Bei den Franzosen giebt Parchappe das durchschnittliche Gewicht zu 1323 : 1212 Grm., also die Differenz zu 111 Grm. an. Bei den Negern und Negerinnen scheint der Unterschied nach den wenigen vorliegenden Wägungen weit kleiner zu seyn. Diess würde wenigstens mit den durch die kubischen Messungen der Schädelhöhle beider Geschlechter gefundenen Resultaten wohl übereinstimmen. Hinsichtlich der verschiedenen Raçen überhaupt ist ebenfalls eine Verschiedenheit nicht zu verkennen, wobei aber die Statur mit einwirken mag. So übersteigt das germanische Gehirn 1400 Grm. im Mittel, das französische ist von mehreren Beobachtern nur über 1300 Grm. angegeben worden und das der kleinen Hindus und Eingebornen von Bombay übersteigt nur 1000 — 1100 Grm.“

Herr Broca hat sich nun mit vielem Fleisse und Scharfsinn bemüht, dieses angebliche Ergebniss Huschke's als mit seinen eigenen numerischen Daten in dem übrigen Theile des Werkes in Widerspruch stehend nachzuweisen[2]). Er sagt nehmlich: „Parchappe, der einzige französische Autor, von dem Huschke sprach, publizirte eine Zusammenstellung von 29 Fällen von Gehirnen *gesunder Menschen*, deren Mittelgewicht 1323 Grm. betrug. Diese Ziffer ist aber schon namhaft höher als 1300 Grm.; sie erhebt sich aber selbst auf 1333 Grm., 96, wenn man die Nummer 29 weglässt, welche sich auf das Gehirn eines Kindes bezieht, das in seiner Tabelle nicht hätte aufgeführt werden sollen. Zweitens hat Huschke in seiner allgemeinen Uebersicht die in Frankreich, Grossbritannien und Deutschland angestellten Wä-

1) Huschke Schädel, Hirn und Seele S. 60.

2) Bulletin de la Soc. d'Anthrop. II. p. 442.

gungen vereinigt. Diese Uebersicht, in welcher die Raçen zusammengeworfen sind, konnte ihm keine richtige Vergleichung gewähren. Er selbst wog 40 männliche Gehirne, wie man auf seiner Tabelle S. 115 sieht. Das Mittelgewicht dieser 40 Gehirne ist nur 1382 Grm. anstatt 1400; und, wenn man diese Mittelzahl mit der aus 28 in Frankreich gewogenen Gehirnen herausgezogenen von Parchappe vergleicht, so findet man nur eine Differenz von 48 Grm., 29, anstatt 100 Grm. Diess ist die erste Correction, die nicht ohne Wichtigkeit ist. Fügen wir hinzu, dass Parchappe viel mehr Gehirne von alten Leuten gewogen hat, als Huschke. Die Tabelle des ersteren enthält 14 Männer von mehr als 60 Jahren unter 28, die Huschke's enthält nur 9 Männer von mehr als 60 Jahren unter 40. Nimmt man in beiden Tabellen nur diejenigen Fälle heraus, welche sich auf Individuen von 30 bis 60 Jahren einschliesslich beziehen, so findet man als Mittelzahl 1353 Grm. für die von dem französischen Autor gewogenen Gehirne; 1385 Grm. für die von dem deutschen Autor abgewogenen. Die Differenz zwischen diesen beiden vergleichbaren Reihen reduzirt sich also nur auf 32 Grm. statt 100 und es dürfte schon der Unterschied in der Statur diess Resultat erklären. Allerdings stellte Parchappe seine Untersuchungen im Département de la Seine-Inférieure an, wo die Population grossen Theils germanischen Ursprungs ist und wo die Statur des Mannes merklich grösser ist, als die mittlere der Franzosen. Aber auf der andren Seite findet ein Umstand statt, welcher gewiss beitrug, das mittlere Gewicht der von Huschke gewogenen Gehirne zu erhöhen: das ist, dass er eine gute Anzahl seiner Untersuchungen an Individuen anstellte, welche eines gewaltsamen Todes starben, während die von Parchappe untersuchten Individuen eines natürlichen Todes gestorben waren. Offenbar unterliegt das Gehirn, wie die andren Organe, dem Einfluss der Nutritionsstörungen, welche die schweren Krankheiten begleiten. Bei den am Marasmus gestorbenen Individuen findet man im Allgemeinen in der Schädelhöhle eine grosse Quantität von seröser Flüssigkeit, welche hier ausgeschwitzt wurde in dem Maasse, als das Gehirn sich senkte (Malgaigne). Diese Flüssigkeit repräsentirt den Verlust am Volum, dem diess Organ während der Dauer der Krankheit unterliegt. Das Gehirn von Individuen, welche eines gewaltsamen Todes starben, muss daher im Mittel schwerer seyn, als

das von Individuen, welche eines natürlichen Todes starben. Endlich giebt es gewisse gewaltsame Todesarten, welche einen Zufluss oder eine Stase des Blutes in den Hirngefässen bedingen; dahin gehören die asphyktischen Todesfälle in Folge von Erhängen, Ertränken und Vergiftung durch Alkohol enthaltende Getränke. Unter den 40 erwachsenen Männern Huschke's befinden sich 11 erhängte[1]), 1 ertrunkener, 2 betrunken gestorbene (ohne die einfachen Trunkenbolde zu rechnen), 1 erschossener, 1 der sich mit einem Pistolenschuss selbst entleibte, im Ganzen 16 Fälle gewaltsamen Todes. Um eine mit Parchappe's Fällen vergleichbare Reihe zu erlangen, muss man zuerst von dieser Liste diese 16 Individuen wegstreichen; hiezu muss man jedoch noch die beiden Geisteskranken der Nummern 8 und 28 hinwegnehmen, den Verbrecher der Nummer 20 und den Mörder der Nummer 12. Es bleiben also 20 gewöhnliche Individuen, ohne Hirnkrankheit eines natürlichen Todes verstorben. Das Mittelgewicht des Gehirns dieser 20 Individuen beläuft sich nur auf 1320 Grm., 25, d. h. es ist geringer als das Mittelgewicht der 28 Gehirne von Parchappe mit 1333 Grm., 29. Was die 20 andren Individuen betrifft, so bilden sie eine augenscheinlich exceptionelle Reihe; fast alle starben eines gewaltsamen Todes; fast alle sind geisteskrank, Verbrecher oder Selbstmörder gewesen und das Mittelgewicht dieser 20 Gehirne erhebt sich auf 1445 Grm., 15. Es ist diess Gewicht um 125 Grm. oder um 9½ % höher als das Mittelgewicht der 20 gewöhnlichen von Huschke gewogenen Gehirne. Es ist hiernach nicht bewiesen, dass das mittlere Gewicht des Gehirns in Deutschland beträchtlicher ist, als in Frankreich. Wenn man sich begnügt, die Reihe von Parchappe mit der ersten, die ich aus Huschke's Tabelle auszog, zu vergleichen, so würde man selbst eine leichte Differenz zu Gunsten des französischen Gehirns erlangen und diese Differenz würde noch gewichtiger seyn, wenn man bemerkt, dass das mittlere Alter der 28

1) Wiederholt kommt in den Verhandlungen die Frage vor, wie das pendu oder „erhängt" in der deutschen Tabelle zu verstehen sey. Ich bemerke für meine verehrten Herren Collegen in Frankreich, dass wir unter: „*erhängt*" einen Selbstmörder, unter „*gehängt*" einen durch den Henker zum Tode gebrachten verstehen, dass aber in Deutschland nirgends mehr (seit vielen Jahren) die Todesstrafe des Hängens statt findet, wie in England.

Individuen von Parchappe 56½ Jahre, das der 20 Individuen der ersten Reihe von Huschke nur 51 Jahre ist; aber ich erkenne an, dass diese Reihen zu wenig zahlreich sind, um als Basis für eine Schlussfolge zu dienen. Ich wollte nur zeigen, wie wenig die bisher bekannten Ziffern geeignet sind, die Behauptung Huschke's zu unterstützen."

Man muss anerkennen, dass Herr Broca mit einem Aufwande von Fleiss und Scharfsinn die Thatsachen zusammenstellt und durchdringt, wie wir sie in allen seinen Arbeiten entfaltet sehen. Indess würde, wenn wir in der Schärfe der Analyse weiter fortgehen wollen, sich wohl auch nachweisen lassen, dass die von Broca ausgeschiedenen vergleichbaren Fälle nicht gleichartig sind, und wir würden am Ende zu dem Schlussresultate kommen, dass selbst zwischen je zwei Gehirnen von grösster Aehnlichkeit der Verhältnisse doch noch so viele Nebenumstände auf das Gewicht influiren, dass man überhaupt keine brauchbare Skalen zwischen Gehirnen und Gehirnen aufstellen könne. Diess ist im streng physikalischen Sinne auch wirklich der Fall, gilt aber eigentlich von allen organischen Gebilden. Es ist jedoch für die Frage, um welche es sich gegenwärtig handelt, vollkommen genügend, wenn man nur grosse Zahlen, also hier etwa 1000 Gehirne zusammenstellen kann, wobei man nur die gröbsten und auffallendsten auf das Gewicht influirenden Momente ausscheiden muss. Differenzen von 30, 40 und 50 Grammen halte ich, wie oben bemerkt, für ganz irrelevant.

Ausser Herrn Gratiolet, welcher ganz auf meine Seite getreten ist, schienen sich sämmtliche Betheiligte bei der Discussion nicht wohl von dem vielgeglaubten Satze, dass alle geistig bedeutenden Männer mit ungewöhnlich grossem Gehirne versehen seyn müssten, den ich gerade in meiner ersten Abhandlung bestritt, lossagen zu können. Namentlich scheinen sie zu bezweifeln, dass Männer mit verhältnissmässig kleinem Hirngewichte in der Skala, wirklich bedeutende wissenschaftliche Leistungen zu liefern im Stande gewesen waren. So hat gerade das Hirngewicht unsers trefflichen langjährigen Sekretärs Hausmann mit nur 1226 Grm. und mit der 641sten Stelle in meiner Hirntabelle Bedenken erregt. Man erkundigte sich mehrfach im Schoosse der Société d'Anthropologie nach dem Werthe seiner Arbeiten und schien endlich erst beruhigt, als man angeben konnte, dass er Correspondent des

Instituts (Académie des sciences) gewesen. Hierfür ist aber gerade der neue Fall von Tiedemann sehr lehrreich. Denn er zeigt, dass man mit einem nur um wenige Grammen höheren Hirngewicht (1254) und mit der 586sten Stelle in der Tabelle, das unter dem mittleren männlichen Hirngewichte aller obengenannten Völker liegt, nicht blos Correspondent, sondern selbst Associé étranger jener berühmten Gelehrten-Corporation, also einer der 8 *Unsterblichen* (womit man jene Glücklichen zu bezeichnen pflegt) der Pariser Akademie der Wissenschaften werden kann.

Die bereits von Herrn Broca aus Huschke angeführte Thatsache, dass die Hindus zu denjenigen unter allen Völkern gehören, deren Schädelcapacität so geringe ist, welche im mittleren Hirngewicht gegen die europäischen Culturvölker um die ansehnliche Grösse von 2—300 Grammen zurückstehen, kann zu Gunsten meiner Verwerfung jener früheren Annahme dienen. Diese Bewohner der Stromgebiete des Indus und Ganges, welche schon vor mehreren tausend Jahren eine so hohe Cultur erlangten, welche das Sanskrit ausbildeten, wunderbare Bauten ausführten, eine Buchstabenschrift — also eine weit höhere Schriftbezeichnung, als die andren alten Culturvölker, wie die Chinesen in den Sylben, die Egypter in der Hieroglyphenschrift, erfanden, die das Schachspiel erdachten, epische Dichtungen und philosophische Systeme von hoher Ausbildung im höchsten Alterthum besassen, sind nach allen historischen Berichten auch in ihrer physischen Bildung früher nicht anders gewesen. Doch haben sie, wie Messungen der Racenschädel zeigen, eine viel geringere Hirncapacität als die der culturlosen uralten Nomaden Asiens — der Kalmücken, Buräten und Tungusen.

Auf eine ingeniöse Weise hat Gratiolet (S. Bulletin de la Soc. d'Anthropol. Tome II. p. 429) die Grösse von Cuviers Schädel zu ermitteln gesucht, um so wichtiger, als über das so grosse Gehirn des berühmten Naturforschers doch einige Controversen bestehen und da man es versäumt hatte, bei der Obduction eine Schädelmessung vorzunehmen. Cuviers Prosector, der noch lebende Dr. Em. Rousseau, der selbst die Leichenöffnung gemacht hat, besass noch einen Hut des vor 30 Jahren (1832) verstorbenen grossen Mannes. Gratiolet nahm hieran folgende Maasse:

Länge . . . 21,8 } Centim.
Breite . . . 18,0 }

Gratiolet wendete sich hierauf an einen der intelligentesten und beschäftigtsten Hutfabrikanten in Paris (M. Puriau), welcher ihm eine Liste der üblichen Kopfmaasse der in Paris bestellten und verkäuflichen Hüte gab; es waren folgende:

	Centim.					
Länge:	18,00	19,	19,50	20,	21,	21,50
Breite:	15,50	16,50	17,	17,50	18,50	18,50

Man sieht, dass das letzte Maass dieser Tabelle selbst das von Cuvier noch um eine Kleinigkeit überschreitet. Nach Angabe des Hutfabrikanten rechnet man aber 30 Procent beim Verkauf auf den Abgang der kleinsten und grössten Sorten von Hüten in obiger Tabelle. Alle übrigen verkauften Hüte haben 19,50 Centim. Länge auf 17 Centim. Breite. — Hier füge ich noch nachfolgende Mittheilung bei, von welcher ich aber bitten muss, dass meine verehrten Herren Collegen in der Société d'Anthropologie dieselbe mir nicht deuten mögen, als brächte ich dieselbe, um das bereits oben hinreichend besprochene bedenkliche Thema zu Gunsten der grösseren Schädelkapacität bei den Deutschen, im Gegensatz gegen die romanischen Völker, wieder aufzunehmen. Ich spreche hier allerdings von einem Beleg, dass wenigstens bei deutschen Frauen einzelne Köpfe vorkommen, die selbst bei einer so grossen Hutpraxis, wie in Paris, für unglaublich gehalten werden. Einer meiner Freunde, ein vortrefflicher naturwissenschaftlich gebildeter Arzt, erzählte mir, dass er nach dem von ihm selbst an seiner Frau genommenem Kopfmaasse bei einer Modistin in Paris einen Hut für dieselbe bestellen wollte, diese bei der Prüfung des Maasses erstaunt ausrief: Mais Monsieur, cette tête est impossible! Ich habe diese Anekdote nur angeführt, um zu zeigen, dass man zur Erzielung wissenschaftlicher Resultate nicht allzuweit gehen dürfe, um bald in die ganz unexakten Methoden der Phrenologie zu gerathen. Diese gehen bei ihrer Betrachtung der Köpfe auf alte Büsten, Medaillen und Portraitabbildungen aller Art zurück, wo die Naturwahrheit ganz von dem Instinkt der Künstler abhängt. Gleichwohl treffen diese öfter das Richtige, wie denn z. B. Schadow in dem Atlasse zu seinem bekannten Werke (Natio-

nalphysiognomieen Berlin 1835. Tab. XXIII.), wo er einen spanischen Diplomaten und einen russischen Leibeigenen zusammenstellt, sofort den Dolichocephalus und Brachycephalus ganz scharf erkennen lässt, zu einer Zeit, wo man auf diesen Unterschied in den Hauptkopfformen noch gar nicht aufmerksam war. Kann man, um Volum und Gewicht des Gehirns zu bestimmen, nicht die Gehirne selbst und Schädelausgüsse erlangen, so sind zunächst die Schädel oder die Köpfe Lebender das beste Objekt, um Messungen daran nach einer übereinstimmenden Methode vorzunehmen. Fehlen diese, so werden Hüte oder Kopfbedeckungen immer noch einige Anhaltspunkte geben, um die Schädelmaasse annähernd zu finden. Die Unsicherheit wird dabei natürlich in der Reihe der angeführten Methoden immer zunehmen; Kahlheit oder dichte Behaartheit werden z. B. schon merkbaren Einfluss äussern u. s. w. Da wir uns aber in der vergleichenden Anthropologie noch in der Lage befinden, wie z. B. zur Zeit Leeuwenhoeks in der Mikrometrie, so dürfen wir, wie dieser sich der Sandkörnchen und Kopfhaare als Maasse der Vergleichung bediente, uns auch der Hüte, statt der Schädel und Gehirne, wo wir solche nicht haben können, bedienen. Die naturwissenschaftliche Grundlage der Anthropologie, in so weit sich solche auf anatomische Verhältnisse bezieht, kann nur durch Messungen Fortschritte machen und selbst grobe Messungen sind immer besser als gar keine. Nur auf diesem Wege kann unsre heutige physische Anthropologie von ihrem schwankenden und dilettantenhaften Charakter befreit werden, indem man zugleich der numerischen Methode, wie sie von Quetelet begründet wurde, die grösste Ausdehnung auf rationeller Basis giebt.

Alle die Thatsachen: die ich neuerdings gesammelt, bestätigen meine früheren Anschauungen. Dieselben lassen sich etwa in folgende kurze Sätze fassen:

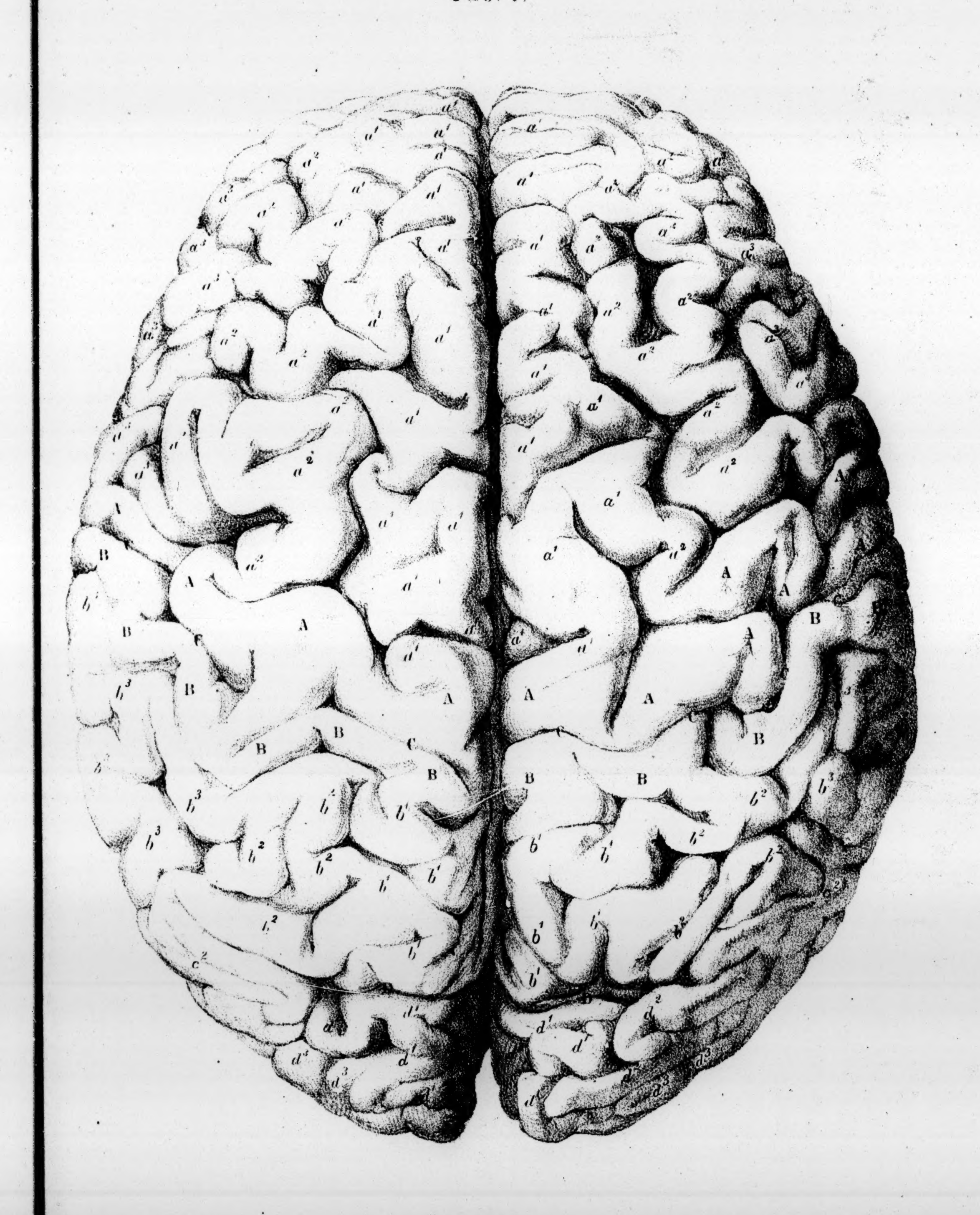
1. Es ist allerdings eine gewisse Schädelcapacität, ein Volum des Gehirns, welche etwa einer Gewichtsgrösse dieses Gebildes von 1100 oder 1200 bis circa 1500 Grammen entsprechen, erforderlich, um Geisteskräfte zu entfalten, welche ein höheres Culturleben eines Volkes und bedeutende Leistungen der Individuen ermöglichen.

2. Die innerhalb dieser Zahlen liegenden Schwankungen scheinen je-

doch ohne auffallende Bedeutung für die psychische Entwickelung der Individuen.

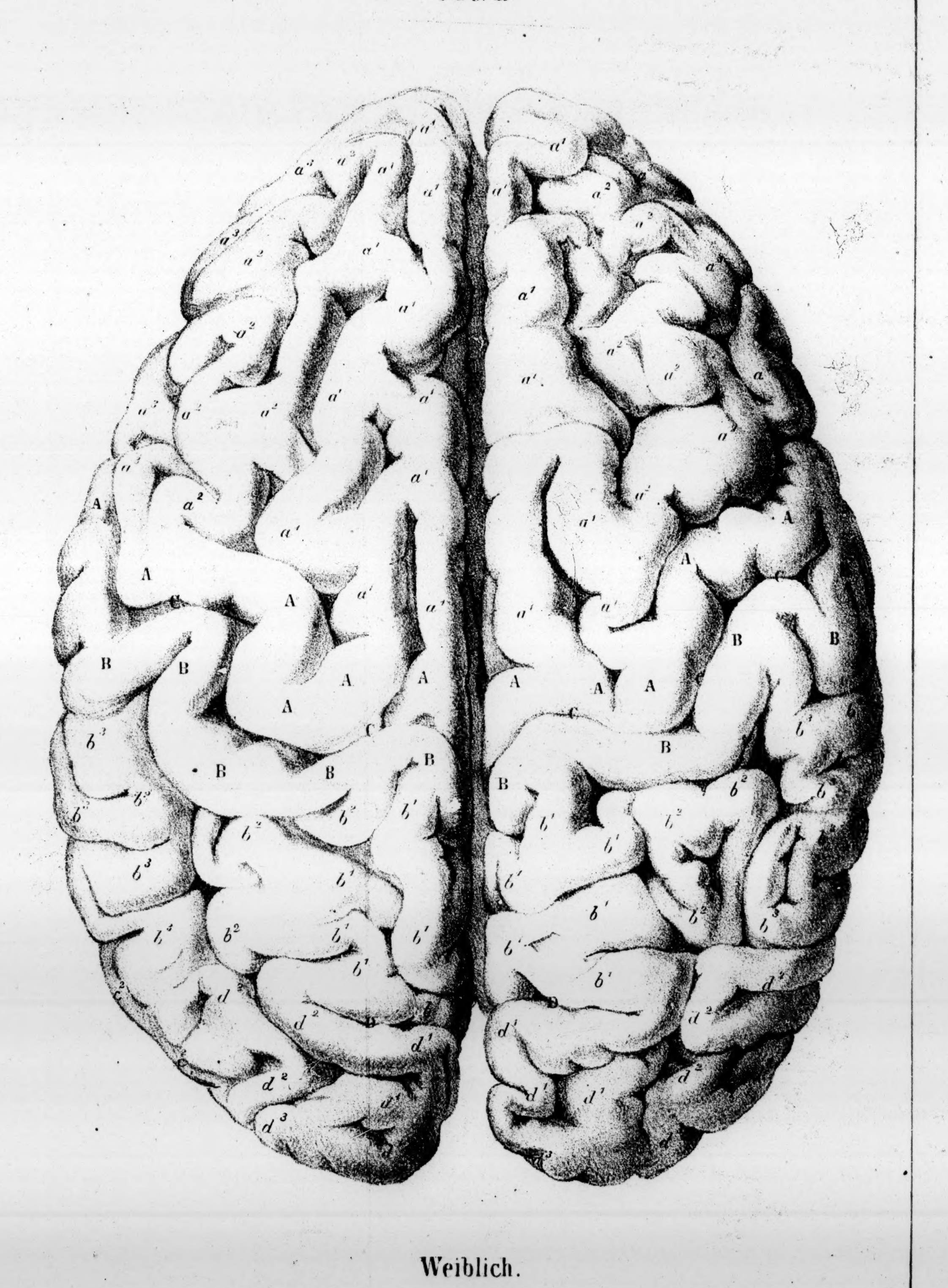
3. Dieselben stehen viel mehr, eben so wie die höher und tiefer liegenden Gewichte, mit physiologischen (vielleicht Alter und Körpergrösse) und pathologischen (z. B. Hyperplasie, Atrophie, Mikrocephalie) Verhältnissen in Zusammenhang, welche aber nur theilweise bekannt und nachweisbar, grossentheils aber noch völlig unbekannt sind.

Tab. I.



Maennlich.

Tab. II



Weiblich.

Tab. III.

Fig I.

Fig II.

Fig. III.

Fig. IV.

Fig

Fig. II

Tab. IV.

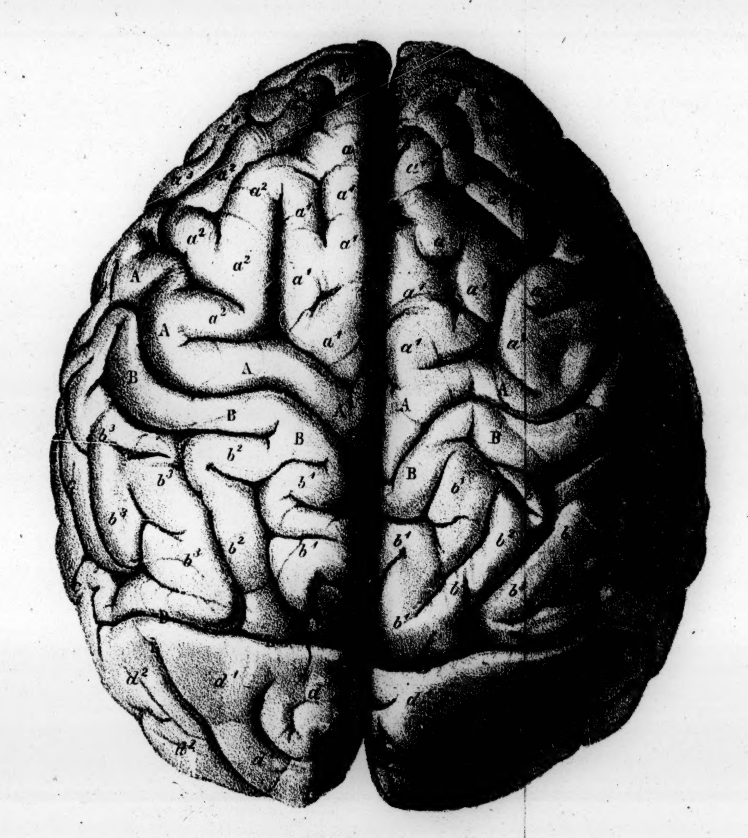


Fig. I.



Fig. II.

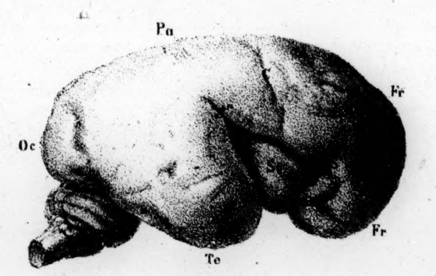


Fig. IV.

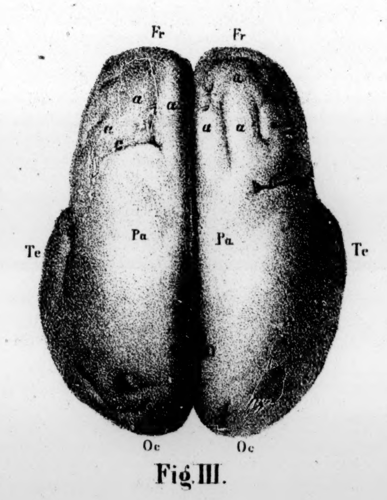


Fig. III.

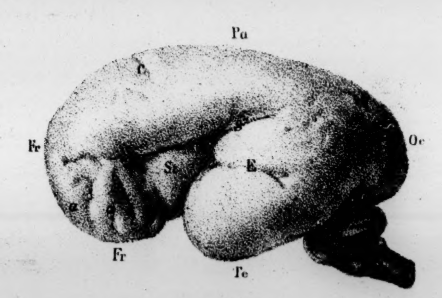


Fig. V.

Tab. V.



Fig. I.



Fig. II.

Erklärung der Tafeln.

Tab. I. Typus eines windungsreichen männlichen Gehirns. C. H. Fuchs.

Tab. II. Typus eines windungsarmen weiblichen Gehirns von einer 29jährigen Frau.

Tab. III. Fig. I, II, III. Gehirn eines 26jährigen Mikrocephalus. Vgl. p. 10.

Fig. IV. Gehirn von Cercopithecus Sabaeus von der Seite.

Tab. IV. Fig. I. Gehirn vom Chimpansé. Copie nach Gratiolet.

Fig. II. Gehirn von Cercopithecus sabaeus.

Fig. III — V. Gehirn eines menschlichen Embryo aus der Mitte der Schwangerschaft.

Tab. V. Fig. I. Copie einer 4jährigen Mikrocephala nach Gratiolet.

Fig. II Der Hirnausguss des Mikrocephalus Tab. III. Fig. III. von der Seite.

Gleichmässige Bezifferung.

A. Vordere Centralwindung.

B. Hintere Centralwindung.

C. Centralspalte (Rolando'sche Spalte).

D. Occipitalspalte.

E. Parallelspalte.

S. Sylvische Spalte, S′ vordre, S″ hintre Verlängerung derselben.

a^1 Erste }
a^2 Zweite } Frontalwindung.
a^3 Dritte }

b^1 Erste Parietalwindung (Vorzwickel, Praecuneus.)
b^2 Zweite „
b^3 Dritte „ . . . (Scheitelhöckerlappen).
c^1 Erste ⎫
c^2 Zweite ⎬ Schläfelappenwindung.
c^3 Dritte ⎭
d^1 Erste Occipitalwindung (Zwickel, Cuneus).
d^2 Zweite „
d^3 Dritte „
***. Uebergangswindungen von Gratiolet.
Fr. Stirnlappen.
Pa. Scheitellappen.
Oc. Hinterhauptslappen.
Fe. Schläfelappen.
St. Stammlappen (Reil's Insel).

Tabelle I.

Grössenverhältnisse der Gehirnoberflächen.

Die Zahlen bedeuten Quadrate von 4 mm Seitenlänge.

№.	Name.	Seite.	Stirnlappen = Fr	Scheitellappen = Pa	Hinterhauptslappen = Oc	Schläfelappen = Te	Convexe Oberfläche des ganzen Gehirns.	Verhältniss des Stirnlappens zum Scheitel- und Hinterhauptslappen.	zum Scheitel-, Hinterhaupts- u. Schläfelapp.	zum ganzen Gehirn.
1.	Dirichlet.	rechts. links.	530 562 } 1092	347 323 } 670	163 188 } 351	200 240 } 440	1240 1313 } 2553	107 : 100	75 : 100	43 : 100
2.	Fuchs.	rechts. links.	512 535 } 1047	334 319 } 653	213 180 } 393	208 188 } 396	1267 1222 } 2489	100 : 100	72 : 100	42 : 100
3.	Gauss.	rechts. links.	501 499 } 1000	300 284 } 584	186 203 } 389	220 226 } 446	1207 1212 } 2419	103 : 100	70 : 100	41 : 100
4.	Hermann.	rechts. links.	526 508 } 1034	284 341 } 625	197 154 } 351	175 221 } 396	1182 1224 } 2406	106 : 100	75 : 100	43 : 100
5.	33jähr. Mann.	rechts. links.	473 501 } 974	332 313 } 643	211 211 } 422	200 210 } 410	1216 1235 } 2451	91 : 100	66 : 100	40 : 100
6.	Raubmörder Thiele.	rechts. links.	423 450 } 873	326 329 } 655	222 221 } 443	186 152 } 338	1157 1152 } 2309	80 : 100	61 : 100	38 : 100
7.	Krebs.	rechts. links.	447 410 } 857	227 288 } 515	196 159 } 355	190 200 } 390	1060 1057 } 2117	99 : 100	67 : 100	40 : 100
8.	64jähr. Frau.	rechts. links.	498 523 } 1021	298 297 } 595	231 192 } 423	228 231 } 459	1255 1243 } 2498	100 : 100	69 : 101	41 : 100
9.	Hausmann.	rechts. links.	384 401 } 785	273 289 } 562	203 151 } 354	156 208 } 364	1016 1049 } 2065	86 : 100	61 : 100	38 : 100
10.	60jähr. Frau.	rechts. links.	473 449 } 922	323 328 } 651	151 180 } 331	158 210 } 368	1105 1167 } 2272	94 : 100	68 : 100	41 : 100
11.	29jähr. Frau.	rechts. links.	479 459 } 938	296 283 } 579	204 171 } 375	208 200 } 408	1187 1113 } 2300	98 : 100	69 : 100	41 : 100
12	Microcephalus.	rechts. links.	141 — } 282		307 — } 614 (approximat.)		896	—	46 : 100	31 : 100

Tabelle II.

Längenverhältnisse der Furchen des Stirnlappens.

Die Zahlen bedeuten Millimeter.

Name.	Seite.	Rolando'sche Furche.	Primär- Furchen.	Secundär- Furchen.	Tertiär- Furchen.	Gesammt-Länge ohne Rolando's Furche.	Verhältniss der absoluten Längen. Gauss.	Fuchs.	29jähr. Fr.	Krebs.	Mikroceph.	Oberfläche des lob. front.[1])	Länge der Furchen auf 100 □ von je 4 mm Seitenlänge.	Verhältniss der relativen Längen. Gauss.	Fuchs.	29jähr. Fr.	Krebs.	Mikroceph.
	rechts.	100	248	739	119	(1106)						501	221					
Gauss.						2145	100	96	85	73	15	1000	215	100	92	86	85	53
	links.	108	266	634	139	(1039)						499	208					
	rechts.	114	250	673	112	(1035)						512	202					
Fuchs.						2061		100	84	76	16	1047	197		100	93	93	58
	links.	109	272	652	102	(1026)						535	192					
	rechts.	105	252	473	104	(829)						479	173					
29jähr. Frau.						1726			100	91	19	938	184			100	99	62
	links.	110	263	494	140	(897)						459	195					
	rechts.	90	216	468	110	(794)						447	177					
Krebs.						1566				100	21	857	183				100	62
	links.	112	234	442	96	(772)						410	188					
	rechts.	32	84	30	41	(155)							110					
Mikrocephalus.						322						282	114					
	links.	36	52	75	40	(167)							118					

1) ausgedrückt in Quadraten von 4 mm Seitenlänge cf. die Tabelle I.

Ueber

die Berechnung der quantitativen mineralogischen Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine, vornehmlich der Laven

von

W. Sartorius von Waltershausen.

Vorgelegt der königlichen Societät der Wissenschaften in der Sitzung vom 3. Mai 1862.

1.

Die quantitative mineralogische Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine, namentlich die der Laven hat in neuerer Zeit, sowohl vom rein chemischen, wie vom mineralogischen Standpunkte aus ein besonderes Interesse in Anspruch genommen. Namentlich scheint das in dieser Richtung von Tage zu Tage wachsende Beobachtungsmaterial einer weitern Prüfung und Ueberarbeitung zu bedürfen, umso mehr da aus demselben verschiedene für die Geologie wichtige Folgerungen gezogen werden können.

Die krystallinischen Gesteine verschiedenen Alters, soweit sie aus feurigem Fluss hervorgegangen sind, müssen als die primitiven Gebilde der Erdrinde betrachtet werden und liefern das Baumaterial für die später entstandenen sedimentären und metamorphischen Schichten. Der Hauptsache nach bestehen sie aus wenigen Elementarkörpern, welche nach einfachen stöchiometrischen Formeln zu einer kleinen Zahl leicht erkennbarer Mineralkörper sich gruppiren.

Man hat seit Kurzem einen Fortschritt darin zu erblicken geglaubt, bei der Untersuchung der krystallinischen Gesteine die Individualität der ausgesonderten Mineralkörper ausser Acht zu lassen und statt dessen mit den sogenannten Pauschanalysen sich zu begnügen; eine Ansicht, mit welcher wir

uns nicht befreunden können, da sie die krystallinische Structur der in den Gebirgsarten auftretenden Mineralkörper und ihre stöchiometrische Zusammensetzung gänzlich unberücksichtigt lässt. Alle aus feurigem Fluss hervorgegangenen krystallinischen Gesteine bestehen in überwiegender Menge aus Kieselsäure und aus den beiden Basen, welche man mit $\dddot{R}$ und $\dot{R}$ zu bezeichnen pflegt. Es gruppiren sich unter $\dddot{R}$ und $\dot{R}$ folgende isomorphe Körper:

$\dddot{R}$	$\dot{R}$
$\dddot{Al}$ }	$\dot{Ca}$ }
$\dddot{Fe}$ }	$\dot{Mg}$ }
$\dddot{Ti}$ }	$\dot{Na}$ }
$\dddot{Cr}$	$\dot{Ka}$ }
$\dddot{Mn}$	$\dot{Fe}$ }
	$\dot{Mn}$
	$\dot{Li}$
	$\dot{Ni}$
	$\dot{Co}$

Für die Bildung der krystallinischen Gesteine sind die in Klammern eingeschlossenen Oxyde allein von Bedeutung, während die andern nur bei sorgfältiger chemischer Analyse mitunter in sehr kleinen Quantitäten nachzuweisen sind, jedoch in der Natur eine viel allgemeinere Verbreitung, als man es früher anzunehmen geneigt war, zu besitzen scheinen. Sie bekommen dadurch noch ein ganz besonderes Interesse für die Mineralogie, dass sie öfter nach der Zerstörung der ursprünglichen Gebirgsarten, in denen sie in geringer Menge vertheilt sind, zur Neubildung verschiedener sehr eigenthümlicher Mineralkörper Veranlassung geben.

Die Basen unter $\dddot{R}$ und $\dot{R}$ erscheinen als Gemengtheile krystallinischer Gesteine in der Gestalt von Corund $\dddot{Al}$ und Perikas ($\dot{Mg}$ $\dot{Fe}$) äusserst selten, dagegen sind die Mineralien der Spinellgruppe Verbindungen beider Basen $\dddot{R}\dot{R}$ für die Structur mehrerer Gebirgsarten, zumal das octaëdrische Titanerz von hoher Bedeutung. Grünsteine, Diabase, Dolerite, Basalte und endlich die Laven enthalten dieses Mineral öfter bis zum Betrage von 10 Procent und mehr. Es erscheint meist in kleinen unregelmässigen Körnern und kleinen Octaëdern,

welche bei der Verwitterung der Gebirgsarten abgelöst und im Sande von Flüssen und Bächen wiedergefunden werden.

Die Kieselerde ist das wichtigste Element der krystallinischen Gesteine sie erscheint entweder in Quarzkörnern und Krystallen ausgesondert, oder mit $\ddot{R}$ und $\dot{R}$ in der Gestalt von Silicaten nach bestimmten einfachen stöchiometrischen Proportionen verbunden; unter den letztern findet man in der bei weiten grössern Zahl der Fälle folgende 6, nämlich: Feldspath, Glimmer, Hornblende, Augit, Leuzit und Olivin.

Die Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine lässt sich daher im Grossen Ganzen auf die Verbindung von 7 Mineralkörpern zurückführen, da Augit und Hornblende als dimorphe Substanzen von chemischer Seite nur ein Mineral repräsentiren. In den vorliegenden Untersuchungen werden vorzugsweise Quarz, Magneteisenstein, Feldspath, Augit, Glimmer, Leuzit und Olivin berücksichtigt werden, obgleich unsere weiter unten vorzutragende Methode der Berechnung der Gesteinszusammensetzung sich mit geringen Modificationen auch auf andere Mineralkörper anwenden lässt.

Der Gang der praktischen Rechnung wird dadurch wesentlich erleichtert, dass in den krystallinischen Gesteinen die Gegenwart gewisser Mineralkörper, das Vorkommen anderer mit Bestimmtheit ausschliesst. So finden sich im Granit, Gneuss und Glimmerschiefer niemals Augit, Leuzit oder Olivin; Laven, Dolerite und Basalte enthalten keinen Quarz; manche Laven enthalten Leuzite in grosser Menge, während die meisten andern keine Spur davon zeigen; endlich findet man in den neuesten Gesteinen fast niemals Glimmer, während alle den Magneteisenstein in hervorragender Menge führen. Die Aufgabe die quantitative mineralogische Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine aus ihrer chemischen Gesammtanalyse zu ermitteln, oder das Verhältniss anzugeben, in welchem die verschiedenen Mineralkörper in jenen gemischt sind, ist bisjetzt soweit mir bekannt nicht streng wissenschaftlich behandelt worden. Man hat sich dieselbe entweder ganz fern gehalten, oder sich mit einer unzureichenden Approximation begnügt. In meinen Untersuchungen über die vulkanischen Gesteine von Sicilien und Island versuchte ich diese Aufgabe zuerst zu behandeln, die ich seitdem weiter ausgearbeitet und zu einem befriedigenden Abschluss gebracht zu haben glaube.

Wenn es sich um die exacte Gruppirung einer Gesteinsanalyse zu bestimmten Mineralkörpern handelt, so ist es einleuchtend, dass das Verhältniss von Eisenoxyd und Eisenoxydul nicht unberücksichtigt bleiben darf. Bei der etwas grössern Schwierigkeit der Analyse ist die Trennung dieser beiden Körper gewöhnlich vernachlässigt worden. Auch in meinen frühern Untersuchungen ist auf das Verhältniss von $\dot{Fe}$ und $\ddot{Fe}$ nicht Rücksicht genommen worden und es wird hier das Versäumte nachgeholt werden.

Um die quantitative mineralogische Zusammensetzung eines krystallinischen Gesteins zu ermitteln, wird man mit einer qualitativen Prüfung der einzelnen Bestandtheile beginnen, welche in der Mehrzahl der Fälle keine wesentliche Schwierigkeit darbietet.

Die qualitative Prüfung wird in rein mineralogischer Weise, durch Bestimmung der Krystallformen, der Härte, des specifischen Gewichtes u. s. w., oder auch durch Hinzuziehung chemischer Hülfsmittel gewöhnlich mit voller Sicherheit ausgeführt werden können. Zur Erreichung dieses Zweckes hat man öfter mit gutem Erfolg sehr dünne, durchsichtige oder durchscheinende kleine Platten verschiedener Gebirgsarten für mikroskopische Untersuchung schleifen lassen. Wir machen darauf aufmerksam, dass dabei mit Umsicht verfahren werden muss, wenn man nicht auf Irrwege gerathen will, da theils die feinern Farbennuanzen der Mineralkörper im Mikroskop weniger deutlich hervortreten, theils die Formen der Krystalle aus perspectivischen Gründen verzerrt und mitunter sehr unkenntlich gemacht werden.

Für den weitern Verlauf unserer Untersuchungen ist ganz besonders hervorzuheben, dass die in den krystallinischen Gesteinen auftretenden Silicate in Folge der isomorphen Substitution der verschiedenen Basen eine unendliche Mannigfaltigkeit von Varietäten darbieten. Je nachdem der eine oder der andere Bestandtheil in $\ddot{R}$ und $\dot{R}$ vorherrscht wird auch der Gehalt der Kieselerde dieser Mineralkörper gewissen, innerhalb bestimmter Grenzen liegenden Schwankungen unterworfen sein, und somit auch die hiervon abhängige Gesammtanalyse beeinflusst werden. Für ein und dieselbe Gebirgsformation z. B. für den Aetna, für Island u. s. w. pflegten in der Regel keine sehr merklichen Schwankungen in der isomorphen Substitution stattzufinden, so dass man ohne einen erheblichen Fehler in den nachfolgenden Rechnungen zu

begehen, für gewisse Localitäten die Zusammensetzung der hier in Frage stehenden Mineralkörper als constant betrachten kann. Uebrigens wird man durch quantitative Analysen der aus den zu untersuchenden Gebirgsarten entlehnten Mineralkörper leicht die Vertheilung der isomorphen Basen in ihnen ermitteln können. Weiter unten werden wir Gelegenheit haben auf diese Frage noch einmal zurückzukommen und sie dann näher zu beleuchten.

Es ist ferner für den Gang unserer Untersuchung nicht unwichtig, dass die vorhin unter $\dot{R}$ und $\ddot{R}$ aufgeführten Basen an der Zusammensetzung einiger der hier in Frage kommenden Mineralkörper Theil nehmen, während sie bei der anderer ausgeschlossen sind. Man kann als Regel hinstellen dass Kali und Natron nur im Feldspath, Glimmer und Leuzit auftreten. Feldspath und Leuzit enthalten meist nur Spuren von Magnesia: Ferner findet man in unzersetztem Augit und Olivin nur Eisenoxydul kein Eisenoxyd. Das in den Gesammtanalysen beobachtete Eisenoxydul gehört dem Feldspath und Magneteisenstein an. Dieser Umstand erleichtert im hohen Grade die Lösung der vorliegenden Aufgabe, da es sich, wie wir gleich sehen werden, um die Aufstellung eines Systems linearer Gleichungen handelt, aus dem gewisse unbekannte Grössen durch Elimination zu bestimmen sind. Wenn jedoch einige der in den krystallinischen Gesteinen auftretenden Mineralkörper nicht eine etwas einfachere Zusammensetzung hätten, so würde das Geschäft der Elimination ein so mühevolles, dass ohne Zweifel vor der practischen Rechnung die meisten Mineralogen zurückschrecken würden.

2.

Bevor wir zu der Aufstellung eines solchen Systemes linearer Gleichungen übergehen, ist es nothwendig über die chemische Zusammensetzung der hier in Frage kommenden Mineralkörper eine bestimmte Ansicht zu gewinnen.

1) Feldspath.

Die chemische Zusammensetzung dieses Minerals ist nach der von mir aufgestellten Theorie zu beurtheilen, nach welcher dasselbe aus zwei Endgliedern, einem kieselerdereichen und einem kieselerdeärmern besteht. Der Allgemeinheit wegen habe ich für die beiden Endglieder den Anorthit mit den Sauerstoffverhältnissen (1, 3, 4) und den Krablit mit den Sauerstoffverhältnis-

sen (1, 3, 24) gewählt. Die Analysen des Krablits rühren nicht von mir her und sind zuerst von Forchhammer, darauf von Genth ausgeführt; später hat man die Selbstständigkeit dieser Species bezweifelt und den Krablit für ein Gemisch von Orthoklas und Quarz erklärt. Fortgesetzte Untersuchungen mögen diese Frage entscheiden, doch ist zu bemerken, dass viele trachytische Gesteine keine Spur von ausgesondertem Quarz zeigen, während sie ihren Analysen zu Folge einen Kieselerde-Gehalt ergeben, der den des Orthoklas weit übersteigt. Es ist indess einleuchtend, dass die Existenz des Krablits sowohl für die Feldspath-Theorie, wie für die mineralogische Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine ohne alle Bedeutung ist, denn man kann begreiflicher Weise eben so gut den Anorthit und den Orthoklas als Endglieder der Reihe betrachten und die überschüssige Kieselsäure als freien Quarz in Rechnung bringen.

Ebenso ist unsere Aufgabe von der genannten Feldspath-Theorie unabhängig, da wie für die Verhältnisszahl des Sauerstoffs von $\dddot{Si}$ zu dem Sauerstoff von $\dot{R}$, welche wir mit x bezeichnen, statt jedes irrationalen Werthes, der aus der Rechnung hervorgeht, die nächste ganze Zahl wählen können; obgleich so dem Systeme unseren Gleichungen nur in unvollständigerer Weise Genüge geleistet wird. Der Werth zweier Theorien ist nach der Methode der kleinsten Quadrate zu ermessen, diese aber entscheidet sowohl bei der Discussion der Feldspathanalysen als auch bei der Frage über die Zusammensetzung der krystallinischen Gesteine im Vergleich mit ältern, zu Gunsten der hier aufgestellten Theorie.

Bezeichnet man mit s, p, q, k, l, m, n die Atomgewichte der Kieselsäure, der Thonerde, des Eisenoxyds, der Kalkerde, der Magnesia, des Natrons und Kalis, das Atomengewicht des Sauerstoffs $= 1$ gesetzt, mit λ und μ zwei Grössen, welche die isomorphe Vertheilung der Thonerde und des Eisenoxyds ausdrücken; mit α, β, γ, δ, die Grössen, welche die isomorphe Vertheilung der Kalkerde, des Magnesia, des Natrons und des Kalis angeben; so ist alsdann $\lambda + \mu = 3$ und $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 1$. Ferner bezeichne xM das Sauerstoffquantum der Kieselsäure des Feldspaths, und y, z sein zwei unbekannte Grössen, so wird eine Feldspathanalyse, in welcher die 7 nachfolgenden Bestandtheile auftreten durch folgende Gleichungen dargestellt:

Kieselsäure	sxM	=	$12\varsigma y$	+	$4\varsigma z$
Thonerde	$p\lambda M$	=	$p\lambda y$	+	$p\lambda z$
Eisenoxyd	$q\mu M$	=	$q\mu y$	+	$q\mu z$
Kalkerde	$k\alpha M$	=	$k\alpha y$	+	$k\alpha z$
Magnesia	$l\beta M$	=	$l\beta y$	+	$l\beta z$
Natron	$m\gamma M$	=	$m\gamma y$	+	$m\gamma z$
Kali	$n\delta M$	=	$n\delta y$	+	$n\delta z$

Aus diesen Gleichungen werden die wahrscheinlichsten Werthe von x und y nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt, mit welchen die Zusammensetzung der beiden Theile der Analyse leicht zu berechnen ist.

2) Augit.

Die stöchiometrische Formel für Augit und Hornblende ist $\dot{R}^3 \dddot{Si}^2$. Kalk, Magnesia und Eisenoxydul sind unter $\dot{R}$ in sehr wechselndem Verhältniss substituirt. Neben den angegebene Bestandtheilen wird in der Regel in diesen Mineralkörpern eine grössere oder geringere Menge von Thonerde beobachtet, von der, den Erfahrungen zu Folge, drei Atome zwei Atome Kieselsäure vertreten.

In der Augitzusammensetzung drücken h und g die isomorphe Vertheilung der Kieselerde und der Thonerde aus. Nach dieser Voraussetzung gilt die Gleichung:

$$h + \frac{2}{3} g = 2$$

Bezeichnet man ferner mit p die Sauerstoffmenge der Kieselsäure, mit p' den Sauerstoffgehalt der Thonerde des Augits, so ist:

$$h = \frac{6p}{3p + 2p'} \qquad g = \frac{6p'}{3p + 2p'}$$

Durch die Grössen $\varepsilon, \theta, \varkappa$ wird ferner das Verhältniss von Eisenoxydul, Kalk und Magnesia in der Augitzusammensetzung bezeichnet; es ist:

$$\varepsilon + \theta + \varkappa = 1$$

Unter der allgemeinen Formel des Augits sind zahllose Varietäten begriffen, in denen jedoch die Kieselsäure einen gewissen Grenzwerth nicht übersteigen kann. Dieser findet statt für $g = 0$, $\varepsilon = 0$, $k = 0$; d. h. für reinen Magnesia-Augit, dessen procentische Zusammensetzung folgende ist:

	$\ddot{Si}^2\,\dot{Mg}^3$
Kieselerde	60,361
Magnesia	39,639

Der Kalk und Eisenoxydul-Olivin besitzen dagegen folgende Zusammensetzung:

	$\ddot{Si}^2\,\dot{Ca}^3$	$\ddot{Si}^2\,\dot{Fe}^3$
Kieselsäure	52,036	45,853
Kalkerde	47,962	54,147

Augite von so einfacher Zusammensetzung werden wohl niemals beobachtet; dagegen erscheinen Eisenoxydul, Kalk und Magnesia meist mit einander verbunden. Bei eintretender Thonerde, nach obiger Regel, wird der Kieselerdegehalt mitunter bis zu 48 Procent deprimirt.

3) Olivin. In diesem Mineral, dessen Formel $\ddot{Si}\,\dot{R}^3$ ist, wird die Vertheilung von Eisenoxydul und Magnesia durch η und ξ bezeichnet, und es ist $\eta + \xi = 1$. Magnesia herrscht in dieser Verbindung meistens vor, während das Eisenoxydul selten 15 Prozent zu übersteigen pflegt. Der Olivin ist von den ältern crystallinischen Gesteinen ausgeschlossen, bildet aber öfter in den neuern einen sehr hervorragenden Bestandtheil.

4) Leuzit. Die Formel desselben, welche unsern Rechnungen zu Grunde liegt ist: $3\dddot{Al}\,\ddot{Si}^2 + \dot{Ka}^3\,\ddot{Si}^2$. Der Sauerstoff der Säure zu dem beiden Basen, verhält sich daher wie 8: 3: 1.

Die meisten Leuzite enthalten nur Kali, selten kleine Mengen von Natron und Spuren von Kalkerde. Die Leuzite gehören zu den schon seltnern Gemengtheilen vulkanischer Gesteine und sind von vielen desselben gänzlich ausgeschlossen.

5) Glimmer. Bei der sehr complicirten Zusammensetzung dieses Minerals ist seine stöchiometrische Formel immer noch zweifelhaft. Für den monoklinen Glimmer wird gewöhnlich die Formel $6\dddot{R}\,\ddot{Si} + \dot{R}^3\,\ddot{Si}^2$ *) angenommen. Bezeichnen wir mit ϱ und σ die isomorphe Vertheilung von Thonerde und Eisenoxyd, so ist $\varrho + \sigma = 6$. Ferner bezeichne τ, π, φ, ψ, ω die isomorphe

1) Oder die Kieselerde mit 2 Atomen Sauerstoff $\dot{R}\,\ddot{Si} + \dddot{R}^2\ddot{Si}^3$. Siehe Rammelsberg Handbuch der Mineralchemie p. 661.

Substitution in $\dot{R}$, so ist $\tau + \pi + \varphi + \psi + \omega = 1$, wo eine oder mehrere dieser Grössen $= 0$ werden können. Legt man andere Glimermformeln zu Grunde, so sind die nachfolgenden Gleichungen in entsprechender Weise abzuändern.

6) Magneteisenstein hat die Zusammensetzung $\dot{R}\ddot{R}$, wo unter $\ddot{R}$ Eisenoxyd und Titanoxyd substituirt sind. Man reducirt nach den Atomengewichten letzteres beim Ansatz unserer Rechnung auf Eisenoxyd.

3.

Bezeichnen wir ferner mit t den Sauerstoffgehalt der freien nicht mit Basen verbundenen Kieselsäure, ferner mit A, B, C, D, E, F, G, H den Sauerstoffgehalt der ganzen Kieselsäure, der Thonerde, des Eisenoxyds, des Eisenoxyduls, des Kalks, der Magnesia, des Natrons und des Kalis, so erhält man für die 7 Mineralkörper, mit Einschluss des Quarzes, 8 lineare Bedingungsgleichungen, durch welche die aus ihnen bestehende Zusammensetzung eines krystallinischen Gesteines ausgedrückt wird.

$$
\begin{array}{lllllll}
(1) & xM & + hz & + y & + 8w & + 6v & & = A \\
(2) & \lambda M & + gz & & + \beta w & + \varrho v & & = B \\
(3) & \mu M & & & + ow & + \varsigma v & + 3f & = C \\
(4) & & + \varepsilon z & + \eta y & & & + f & = D \\
(5) & \alpha M & + \theta z & & \nu w & + \pi v & & = E \\
(6) & \beta M & + kz & + \xi y & & + \varphi v & & = F \\
(7) & \gamma M & & & \tau w & + \psi v & & = G \\
(8) & \delta M & & & + \chi w & + \omega v & & = H
\end{array}
$$

Aus diesen 8 Gleichungen sind durch Elimination 7 Unbekannte Grössen zu ermitteln; nämlich x, M, z, y, w, v, f. In der ersten verticalen Columne befinden sich die Sauerstoffmengen, welche die Feldspathzusammensetzung bedingen. Die 5 folgenden verticalen Columnen von z, y, w, v, f geben in ähnlicher Weise die partiellen Sauerstoffmengen für den Augit, Olivin, Leuzit, Glimmer und den Magneteisenstein. Ist in einem krystallinischen Gestein z. B. im Granit eine gewisse Quantität Quarz enthalten, so ist diese vom Feldspath nur durch Hinzuziehung einer neuen Bedingungsgleichung zu trennen,

welche den Werth von x unabhängig von der Gleichung (1) ermittelt; dann ist $(x' - x)\ M = t$, der Sauerstoffgehalt der überschüssigen oder freien, nicht an Basen gebundenen Kieselsäure. Der Werth von x ergibt sich aus der Analyse des in dem zu untersuchenden krystallinischen Gestein enthaltenen Feldspaths. Es ist nämlich $x = \frac{10a}{3b + c}$, wo a den Sauerstoff der Kieselerde, b den von $\ddot{R}$ und c den von $\dddot{R}$ bezeichnet. Ohne Zuziehung einer solchen Feldspathanalyse bleibt unsere Aufgabe unbestimmt.

Möglicher Weise können in einem krystallinischen Gestein zwei Feldspathe neben einander erscheinen, wie dieses sich nicht selten in Graniten findet. Auch dann kann die quantitative Gesteinszusammensetzung ermittelt werden, wenn der zweite Feldspath seiner Natur nach bekannt ist.

Die hier auseinander gesetzte Methode der Berechnung werden wir sowohl an fremden wie an einigen eigenen Analysen zeigen und die schliesslich gewonnenen Resultate mit einigen Bemerkungen begleiten.

Soeben ist eine in die vorliegenden Zwecke eingreifende Arbeit: „Die Gesteinsanalysen in tabellarischer Uebersicht und mit kritischen Erläuterungen von Justus Roth, Berlin 1861" erschienen, in der eine äusserst vollständige Uebersicht aller bekannten Gesammtanalysen krystallinischer Gesteine gegeben wird. Leider erscheint der grössere Theil jener Analysen für den hier eingeschlagenen Weg der Berechnung nicht brauchbar, da meist die Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul unberücksichtigt geblieben und auf die Vertheilung der isomorphen Bestandtheile in den verschiedenen hier in Frage kommenden Mineralkörpern nicht geachtet ist. Mit nicht viel grösserer Mühe hätten beide Mängel von den Chemikern vermieden werden können und es würde sich dann gelohnt haben über das so zusammengestellte Material umfangreiche Untersuchungen vorzunehmen. Wir benutzen jedoch aus diesen Tabellen ein Beispiel, um daran die Art und Weise unserer Berechnung zu zeigen, andere Beispiele mit vollständiger ausgeführten Analysen werden folgen.

4.

Es werde zunächst ein Granit von Dalkey bei Dublin, auf seine quantitative mineralogische Zusammensetzung geprüft:

Die von Haughton ausgeführte Analyse gibt folgende Zahlen:

Kieselerde	70,38
Thonerde	12,64
Eisenoxyd	3,16
Kalk	2,84
Magnesia	0,53
Natron	3,13
Kali	5,90
Wasser	1,16
	99,74

Die bei dieser, so wie bei den nachfolgenden Rechnungen gebrauchten Atomengewichte, $O = 1$ gesetzt: sind:

Kieselerde	5,72299	Kalk	3,51651
Thonerde	6,41800	Magnesia	2,50500
Eisenoxyd	10,01054	Natron	3,87170
Titanoxyd	9,03100	Kali	5,89300
Eisenoxydul	4,50527	Wasser	1,12480

Die wasserfreie auf 100 reducirte Analyse dieses Granits, ergibt:

		Sauerstoff.
Kieselerde	71,40	37,43
Thonerde	12,82	5,99
Eisenoxyd	3,21	0,96
Kalk	2,88	0,81
Magnesia	0,54	0,21
Natron	3,17	0,82
Kali	5,98	1,02
	100,00	

Nach dem vorhin Mitgetheilten ist es einleuchtend, dass aus dieser Gesammtanalyse nur unter gewissen doch sehr wahrscheinlichen Voraussetzungen die quantitative mineralogische Zusammensetzung ermittelt werden kann, da verschiedene zur Berechnung erforderliche Bedingungen fehlen. Der hier zu untersuchende Granit enthält, den Angaben zu folge nur Orthoklas von weisser Farbe, Quarz und Glimmer von weisser und schwarzer Farbe.

Die Voraussetzungen sind, dass der Feldspath wirklich nur Orthoklas

mit dem Werthe x = 12 sei, dass der Glimmer der vorhin angegebenen stöchiometrischen Zusammensetzung entspreche.

Zufälliger Weise hat Houghton einen Glimmer, zwar nicht aus demselben Gestein aber aus der Nähe von Doublin untersucht und findet für denselben (Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie p. 657) folgende Zusammensetzung:

		Sauerstoff.
Kieselerde	46,08	24,15
Thonerde	33,30	15,57
Eisenoxyd	5,08	1,52
Kalk	1,46	0,42
Magnesia	1,19	0,48
Natron	1,52	0,39
Kali	11,37	1,93
	100,00	

Diese Analyse ist wasserfrei auf 100 reducirt. Wollte man das im Granit enthaltene Wasser 1,16 mit in Rechnung bringen, so müsste dasselbe an Feldspath und Glimmer vertheilt, und dem gemäss eine neue Bedingungsgleichung hinzugefügt werden. Unter der angegebenen Voraussetzung, nimmt das vorhin aufgestellte System von Gleichungen folgende Gestalt an:

$$t + 12M + 8v = 37,42$$
$$\lambda M + 5,4666v = 5,99$$
$$(3 - \lambda)M + 0,5334v = 0,96$$
$$\alpha M + 0,1304v = 0,81$$
$$(1 - (\alpha + \alpha'))M + 0,1491v = 0,21$$
$$\alpha' M + 0,7205v = 1,84$$

Demselben leisten die Werthe Genüge:

$$t = 0,9210$$
$$M = 3,4035$$
$$v = -0,5435$$
$$\lambda = 2,6327$$
$$\alpha = 0,2588$$
$$\alpha' = 0,6558$$

Da v einen negativen Werth erhält, so geht daraus hervor, dass ein Glimmer von der angegebenen Beschaffenheit überhaupt nicht in diesem Granit enthalten sein kann, wir werden daher mit einer andern Glimmerzusammensetzung unsern Zweck zu erreichen suchen.

Wir wählen dazu einen Magnesia-Glimmer ohngefähr der stöchiometrischen Formel: $\dot{R}^3\dddot{Si} + \dddot{\bar{R}}\dddot{Si} = 3\dot{R}^2\dddot{Si} + \dddot{\bar{R}}^2\dddot{Si}^3$ entsprechend, (Rammelsbergs Mineralchemie p. 668 u. 669) von Miask am Ural analysirt von F. v. Kobell.

Die auf 100 reducirte Analyse desselben gibt

Kieselerde	41,928
Thonerde	12,771
Eisenoxyd	20,686
Magnesia	16,075
Kali	8,540
	100,000

Es folgen daraus die Constanten

$\varrho = 0,4923 \quad s = 0,5077 \quad \pi = 0,5729 \quad \chi = 0,4271$

$\varrho + s = 1 \quad \pi + \chi = 1$

Alsdann gelangt man zu den Gleichungen:

$$\begin{aligned}
t + 12M + 2v &= 37,42 \\
\lambda M + 0,4923v &= 6,72 \\
(3-\lambda)M + 0,5077v &= 0,96 \\
\alpha M &= 0,81 \\
+ 0,5729v &= 0,21 \\
\gamma M &= 0,82 \\
(r-(\alpha+\gamma))M + 0,4271v &= 1,02
\end{aligned}$$

Aus denselben berechnet man:

$$\begin{aligned}
\alpha &= 0,3687 \\
\gamma &= 0,3732 \\
\lambda &= 2,6450 \\
M &= 2,1970 \\
v &= 0,3666 \\
t &= 10,3330
\end{aligned}$$

Aus diesen Gleichungen berechnet man die mineralogische Zusammensetzung des genannten Granits in folgender Weise:

	Quarz.		Orthoklas.		Glimmer.		Berech.	Beob.	Beob.–Ber.
Kieselsäure	19,712	+	50,293	+	1,399	=	71,404	71,40	0,00
Thonerde			12,430	+	0,387	=	12,817	12,82	0,00
Eisenoxyd			2,602	+	0,621	=	3,223	3,21	0,01
Kalkerde			2,880			=	2,880	2,88	0,00
Magnesia					0,540	=	0,540	0,54	0,00
Natron			3,174			=	3,174	3,17	0,00
Kali			3,342	+	0,923	=	4,265	5,98	1,72
	19,712	+	74,721	+	3,870	=	98,303	100,00	

Der hier untersuchte Granit von Dalkey bei Dublin ist also zusammengesetzt aus:

Quarz	19,712
Orthoklas	74,721
Glimmer	3,870
	98,303

Es ist einleuchtend, dass die 6 unbekannten Grössen die Elemente der Rechnung den ersten 6 Gleichungen vollständig Genüge leisten, während bei der 7ten ein Fehler von 1,72 übrig bleibt. Man könnte indess nach der Methode der kleinsten Quadrate die Elemente in der Art bestimmen, dass allen 7 Gleichungen in möglichst bester Weise entsprochen würde; eine Arbeit, welche bei der angenommenen zweifelhaften Glimmerzusammensetzung kaum lohnen würde.

Wir wenden uns jetzt zu der Durchführung einiger anderer vollständigerer Beispiele, um daran die Brauchbarkeit unserer Methode der quantitativen mineralogischen Gesteinszusammensetzung zu zeigen.

5.

Zunächst wählen wir dazu die Lava der Thiorsá, in der Nähe des Hekla, welche rücksichtlich auf ihre Zusammensetzung von mir untersucht und berechnet wurde. Dieselbe zeigt eine dunkelgraue, kryptokrystallinische Grundmasse,

in der gewöhnlich weisse und weissgelbliche, mehrere Millimeter lange und etwa ebenso breite Feldspath-Krystalle in ziemlicher Menge ausgesondert sind; neben denselben bemerkt man Körner eines gelbgrünen Olivins und andere von etwas kleinern Dimensionen eines lauchgrünen Augits. Ferner ist in der Masse Magneteisenstein in kleinen Körnern vertheilt, welcher sich durch magnetische Anziehung leicht zu erkennen gibt.

Die nachfolgenden Analysen der verschiedenen Laven und Mineralkörper sind mit grosser Sorgfalt theils von Herrn Dr. Uhrlaub, jetzt in Heidelberg, früher in Göttingen, dem ich desshalb zum Danke verpflichtet bin, theils von mir ausgeführt worden.

Aus verschiedenen Gründen, welche nachher deutlicher hervortreten werden, habe ich es für zweckmässig gehalten die dunkelgraue Grundmasse, so wie die Gesammtmasse der Thiorsálava, welche letztere die ausgesonderten Mineralkörper mit enthält getrennt zu untersuchen.

Die verschiedenen von der Grundmasse ausgeführten Analysen geben folgendes Resultat:

		I. Kieselsäure.		II. Thonerde.		III. Eisenoxyd Gesammtbest.
Bestimmung	1	50,285	1	12,653	1	16,445
	2	49,865	2	13,272	2	15,820
	3	49,895	3	12,522	3	16,696
	4	50,373				
Mittel		50,105		12,816		16,320

	IV. Titansäure.		V. Kalkerde.		VI. Magnesia.
1	1,542	1	12,380	1	4,982
2	1,561	2	12,580	2	5,130
		3	13,135	3	4,749
Mittel	1,552		12,698		4,954

	VII. Natron.		VIII. Kali.		IX. Wasser.
1	1,205	1	0,586	1	0,187
2	1,143	2	0,569	2	0,294
Mittel	1,174		0,577		0,241

Das unter III beobachtete Eisenoxyd zerfällt in 2 Theile:

a in das Eisenoxyd in der ursprünglichen Verbindung = 8,010

b Eisenoxyd durch höhere Oxydation aus $\dot{F}e$ entstanden = 8,310

Letzteres auf Oxydul reducirt gibt 7,480. Reducirt man ferner die unter IV beobachtete Titansäure auf Titanoxyd, so ergibt sich für die Grundmasse der Thiorsá-Lava unter I folgende Zusammensetzung, und unter II die wasserfreie auf 100 berechnete Verbindung in der $\ddot{T}i$ auf $\ddot{F}e$ reducirt ist.

	I	II	Berechn. Sauerst.
Kieselerde	50,105	50,430	A = 26,4355
Thonerde	12,816	12,899	B = 6,0295
Eisenoxyd	8,010	9,613	C = 2,8809
Titanoxyd	1,391		
Eisenoxydul	7,480	7,529	D = 1,6711
Kalkerde	12,698	12,780	E = 3,6345
Magnesia	4,954	4,986	F = 1,9905
Natron	1,174	1,182	G = 0,3053
Kali	0,577	0,581	H = 0,0986
Wasser	0,241		
	99,446	100,000	

Die in der Grundmasse dieser Lava ausgesonderten Mineralkörper, welche von mir besonders analysirt sind, besitzen folgende Zusammensetzung:

1) Feldspath:

Kieselerde	44,540	
Thonerde	33,862	λ = 2,9353
Eisenoxyd	1,159	μ = 0,0647
Kalk	18,787	α = 0,9304
Magnesia	0,220	β = 0,0153
Natron	0,775	γ = 0,0349
Kali	0,657	δ = 0,0194
	100,000	

2) die quantitative Analyse des lauchgrünen Augits, welche zwar nur mit einer sehr geringen Quantität reinen Materials ausgeführt werden konnte, ergab folgende Zahlen:

		Wasserfreie Zusammens.
Kieselerde	49,171	49,460
Thonerde	7,326	7,369
Eisenoxydul	9,227	9,280
Kalk	20,576	20,696
Magnesia	13,119	13,195
Wasser	0,681	
	100,000	100,000

Aus dieser Analyse berechnet man mit Berücksichtigung von pag. 187 folgende Zahlen:

$$\left.\begin{array}{l} h = 1,8373 \\ g = 0,2441 \end{array}\right\} 2,0000$$

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon = 0,1559 \\ \theta = 0,4454 \\ k = 0,3987 \end{array}\right\} 1,0000$$

3) Die Analyse des ausgesonderten Olivins ergibt die Zusammensetzung:

Kieselerde	40,134
Eisenoxydul	15,106
Magnesia	44,760
	100,000

Aus diesen Zahlen findet man: $\eta = 0,1297$

$$\xi = 0,8703$$

Für die Zusammensetzung der Grundmasse der Thiorsá-Lava erhält man alsdann mit Rücksicht auf die eben mitgetheilten Analysen 8 Gleichungen:

			mit gen. El. ber.	Beob. Ber.
1	$xM + 1,8373z + y$	$= 26,436$	26,397	— 0,039
2	$2,9353M + 0,2441z$	$= 6,030$	6,037	— 0,007
3	$0,0647M + 3f$	$= 2,881$	2,865	+ 0,016
4	$0,1559z + 0,8703y + f$	$= 1,671$	1,739	— 0,068
5	$0,9304M + 0,4454z$	$= 3,635$	3,846	— 0,211
6	$0,0153M + 0,3987z + 0,1297y$	$= 1,991$	2,118	— 0,127
7	$0,0349M$	$= 0,305$	0,057	+ 0,248
8	$0,0194M$	$= 0,099$	0,031	+ 0,068

Aus der Fortsetzung der Rechnung ergibt sich, dass für y sowohl aus der Gleichung 4, wie auch aus 6 ein negativer Werth hervorgeht und dass dieses Gestein daher keinen Olivin enthalten kann. Es sind also aus den 8 Gleichungen, die 4 Elemente x, M, z, f nach der Methode der kleinsten Quadrate zu bestimmen.

Setzen wir als genäherte Werthe:

$$x = 10{,}34 \qquad z = 5{,}25$$
$$M = 1{,}62 \qquad f = 0{,}92$$

so gelangt man zunächst zu folgenden 8 Fehlergleichungen:

$$
\begin{array}{lllll}
1{,}62x + 10{,}34\,dM & + 1{,}8373dz & & + 0{,}039 & = 0 \\
2{,}9353dM & + 0{,}2441dz & & + 0{,}007 & = 0 \\
0{,}0647dM & & + 3df & - 0{,}016 & = 0 \\
 & 0{,}1559dz & + df & + 0{,}068 & = 0 \\
0{,}9304dM & + 0{,}4454dz & + & + 0{,}211 & = 0 \\
0{,}0153dM & + 0{,}3987dz & & + 0{,}127 & = 0 \\
0{,}0349dM & & & - 0{,}048 & = 0 \\
0{,}0194dM & & & - 0{,}068 & = 0
\end{array}
$$

Aus diesen 8 Fehlergleichungen gehen nach der Methode der kleinsten Quadrate die hier berechneten 4 Normalgleichungen hervor:

$$
\begin{array}{llllll}
2{,}6245dx + & 16{,}751dM & + 2{,}9765dz & & - 0{,}06318 & = 0 \\
16{,}7510dx + & 116{,}398dM & + 20{,}1320dz & + 0{,}1941df & - 0{,}2072 & = 0 \\
2{,}9765dx + & 20{,}132dM & + 3{,}8170dz & + 0{,}1559df & - 0{,}0695 & = 0 \\
 & 0{,}194dM & + 0{,}1559dz & + 10df & + 0{,}0200 & = 0
\end{array}
$$

Aus denselben bestimmt man durch Elimination:

$$dx = + 0{,}2867 \quad dM = + 0{,}0219$$
$$dz = - 0{,}3549 \quad df = + 0{,}0031$$

Die verbesserten Elemente sind:

$$x = 10{,}6267$$
$$M = 1{,}6419$$
$$z = 4{,}8951$$
$$f = 0{,}9231$$

Mit denselben findet man schliesslich zwischen Rechnung und Beobachtung folgende Uebereinstimmung:

	Feldspath.		Augit.		Magneteisenst.		Ber.	Beob.	Beob. Ber.
1)	17,447	+	8,994			=	26,441	26,436	— 0,005
2)	4,820	+	1,195			=	6,015	6,030	+ 0,015
3)	0,106	+			2,769	=	2,875	2,881	+ 0,006
4)			0,763	+	0,923	=	1,686	1,671	— 0,015
5)	1,528	+	2,180			=	3,708	3,635	— 0,073
6)	0,025	+	1,952			=	1,977	1,991	— 0,014
7)	0,057					=	0,057	0,305	+ 0,248
8)	0,032					=	0,032	0,099	+ 0,067

Aus diesen partiellen Sauerstoffmengen ergibt sich zunächst die Richtigkeit unserer Rechnung, sodann auch der Grad der Uebereinstimmung zwischen der Beobachtung und der Theorie.

Die quantitative mineralogische Zusammensetzung der Grundmasse der Lava der Thiorsá findet man aus den eben mitgetheilten Zahlen folgendermassen:

	Feldspath.		Augit.		Magneteisenstein		Ber.	Beob.	Beob. Ber.
Kieselerde	33,285	+	17,157			=	50,442	50,430	— 0,012
Thonerde	10,310	+	2,556			=	12,866	12,899	+ 0,033
Eisenoxyd	0,354				9,240	=	9,594	9,613	+ 0,029
Eisenoxydul			3,438		4,159	=	7,597	7,529	— 0,068
Kalkerde	5,372	+	7,667			=	13,039	12,780	— 0,259
Magnesia	0,063	+	4,888			=	4,951	4,986	— 0,035
Natron	0,222					=	0,222	1,182	+ 0,960
Kali	0,188					=	0,188	0,581	+ 0,393
	49,794		35,706	+	13,399	=	98,899	100,000	

Die Grundmasse der Thiorsálava besteht also aus:

Feldspath	49,794
Augit	35,706
Magneteisenstein	13,399
	98,899

Der hier auftretende Feldspath besitzt folgende procentische Zusammensetzung:

Kieselerde	66,846
Thonerde	20,705
Eisenoxyd	0,711
Kalk	10,789
Magnesia	0,126
Natron	0,446
Kali	0,377
	100,000

und ist daher am nächsten mit dem glasigen Feldspath oder Sanedin verwandt, in welchem jedoch statt Kali in hervorragender Menge Kalkerde vertreten ist. Dieser Feldspath kann nur eine Mischung zweier verschiedener Feldspathe sein und entspricht einer Verbindung von 10,029 Anorthit und 89,980 Orthoklas.

Die Grundmasse der Lava der Thiorsá enthält so:

Orthoklas	44,805	45,300
Anorthit	4,994	5,049
Augit	35,706	36,101
Magneteisenstein	13,399	13,550
	98,904	100,000

Der hier auftretende Augit hat die vorhin angegebene Zusammensetzung; der Magneteisenstein dagegen enthält:

Eisenoxyd	58,225
Titanoxyd	10,834
Eisenoxydul	30,941
	100,000

6.

In der fast homogenen grauen Grundmasse dieser Lava sind, wie bereits bemerkt Krystalle von Feldspath, so wie Körner von Augit und Olivin ausgesondert. Um das Verhältniss beider zu einander zu ermitteln ist von der Gesammtmasse der Lava eine vollständige quantitative Analyse theils von Dr. Uhrlaub theils von mir ausgeführt, welche folgendes Resultat ergeben hat:

	Kieselerde.	Thonerde.	Eisenoxyd.	Titansäure.
1	49,898	13,704	16,601	1,714
2	49,566	13,783	15,379	1,111
3	49,555	13,232	15,438	1,670
Mittel	49,673	13,573	15,806	1,498

	Kalk.	Magnesia.	Natron.	Kali.	Wasser.
1	11,875	5,952	1,567	1,195	0,108
2	12,777	5,109			0,201
3	12,453	5,527			0,165
4					0,114
Mittel	12,368	5,529	1,567	1,195	0,147

Nach der Analyse von Uhrlaub ist in der Lava 7,792 Eisenoxyd enthalten. Das gesammte Eisenoxyd beträgt:

$\ddot{Fe}$ beob. = 15,806
$\ddot{Fe}$ in Verbindung = 7,792
$\ddot{Fe}$ auf $\dot{Fe}$ zu reduciren = 8,014
Berechnetes $\dot{Fe}$ = 7,213

Reducirt man ferner die beobachtete Titansäure auf Titanoxyd, so findet man als definitives Resultat der ganzen Analyse folgendes:

Kieselerde	49,673
Thonerde	13,573
Eisenoxyd	7,792
Titanoxyd	1,131
Eisenoxydul	7,213
Kalk	12,368
Magnesia	5,529
Natron	1,567
Kali	1,195
Wasser	0,141
	100,182

Die wasserfreie auf 100 reducirte Verbindung, in welcher für Titanoxyd Eisenoxyd substituirt ist, gibt folgende Zahlen:

Kieselerde	49,590
Thonerde	13,551
Eisenoxyd	9,031
Eisenoxydul	7,202
Kalkerde	12,347
Magnesia	5,521
Natron	1,565
Kali	1,193
	100,000

Aus der in derselben Weise wie vorhin ausgeführten Rechnung ergibt sich folgendes Resultat:

Die nach der Methode der kleinsten Quadrate verbesserten Elemente sind:

$$x = 9,6725$$
$$M = 1,7033$$
$$z = 4,9522$$
$$y = 0,4099$$
$$f = 0,8557$$

Mit denselben berechnet man die mineralogische Zusammensetzung der Gesammtmasse der Thiorsá-Lava, nämlich:

	Feldspath.		Augit.		Olivin.		$\dot{Fe}\ddot{\overline{Fe}}$		Ber.	Beob.
Kieselerde	31,595	+	17,356	+	0,782			=	49,733	49,590
Thonerde	10,695	+	2,586					=	13,281	13,551
Eisenoxyd	0,368					+	8,566	=	8,934	9,031
Eisenoxydul			3,478	+	0,539	+	3,855	=	7,872	7,202
Kalkerde	5,573		7,756					=	13,329	12,347
Magnesia	0,065		4,946	+	0,894			=	5,905	5,521
Natron	0,230							=	0,230	1,565
Kali	0,195							=	0,195	1,193
	48,721	+	36,122	+	2,215	+	12,421	=	99,479	100,000

Nachdem der hier auftretende Feldspath in Orthoklas und in Anorthit zerlegt ist, ergibt sich schliesslich folgende quantitative mineralogische Zusammensetzung der Gesammtmasse der Thiorsá-Lava:

Orthoklas	40,195	40,521
Anorthit	8,242	8,308
Augit	36,122	36,410
Olivin	2,215	2,233
Magneteisenstein	12,421	12,527
	99,195	100,000

Diese Lava besteht also aus ihrer scheinbar homogenen Grundmasse und aus den in ihr liegenden porphyrartig ausgesonderten Krystallen oder krystallinischen Körnern von Feldspath, Augit, Olivin und Magneteisenstein. Das Verhältniss der Grundmasse zum ausgesonderten Theil lässt sich leicht berechnen.

Man gelangt nämlich mit Berücksichtigung der Zusammensetzung der Grundmasse und der Gesammtmasse zu folgenden Gleichungen:

	Gesammtmasse.		Grundmasse.
Orthoklas	40,521	$=$	$45{,}300\,u + W^0$
Anorthit	8,309	$=$	$5{,}049\,u + W$
Augit	36,410	$=$	$36{,}101\,u + W'$
Olivin	2,233	$=$	W''
Magneteisenst.	12,527	$=$	$13{,}550\,u + W'''$

Der ausgeschiedene Theil wird mit W^0, W, u. s. w bezeichnet.

In demselben muss das Verhältniss von Anorthit zu Orthoklas bekannt sein, welches nach der Analyse pag. 196 sich wie 1 : 11 verhält. Wir haben alsdann:

$$11\,W^0 = W$$

Die weitere Rechnung ergibt:

$$W^0 = 0{,}348$$
$$W = 3{,}831$$
$$W' = 4{,}395$$
$$W'' = 2{,}233$$
$$W''' = 0{,}513$$
$$u = 0{,}8868$$

Aus diesen Zahlen findet man das Verhältniss der Grundmasse zum porphyrartig ausgesonderten Theil, nämlich:

	Gesammtmasse.		Grundmasse.		Ausgeschieden.
Orthoklas	40,521	=	40,170	+	0,351
Anorthit	8,309	=	4,478	+	3,831
Augit	36,410	=	32,015	+	4,395
Olivin	2,233	=			2,233
Magneteisenst.	12,527	=	12,014	+	0,513
	100,000	=	88,677	+	11,323

Die Grundmasse der Lava verhält sich daher zu dem porphyrartig ausgesonderten Theil wie 88,677: 11,323 oder nahe zu wie 8: 1.

Aus diesen Untersuchungen ergeben sich folgende Endresultate:

1) die Thiorsá-Lava enthält zwei verschiedene Feldspathe, Anorthit und Orthoklas, welche sich etwa im Verhältnis von 1: 5, mit einander verbinden. Fast die Hälfte des erstern liegt in der Grundmasse in ausgesonderten Krystallen. Wir erblicken darin eine Analogie mit manchen ältern krystallinischen Gesteinen, z. B. mit den Finnländischen Rapakivigraniten, den Graniten vom Riesengebirge und Mont Blanc u. s. w.

2) Die Grundmasse ist frei von Olivin, der sich in Körnern ausgeschieden hat. Es ist dieses wohl mehr eine zufällige Erscheinung, da wir in dem folgenden Beispiel sehen werden, dass in der Grundmasse anderer Laven bedeutende Quantitäten von Olivin vorhanden sind.

3) Die Grundmasse enthält fast den ganzen Magneteisenstein und Orthoklas und etwa $\frac{4}{5}$ des Augits.

Man möchte vermuthen, dass die Grundmasse, welche den Magneteisenstein und die kieselerdereichern Silicate enthält, früher als der phorphyrartig ausgesonderte Theil erstarrt sei.

Der ausgeschiedene Anorthit zeigt nach mehreren Analysen eine schwankende Zusammensetzung, indem ihm bald grössere, bald geringere Quantitäten von Orthoklas beigemischt sind; auch die Farbe, wie das äussere Ansehen dieses Feldspaths ist wechselnd; einige Krystalle desselben sind hell und durchsichtig, andere sind gelblich, noch andere milchweiss gefärbt. Ausser der bereits mitgetheilten führe ich noch zwei andere von Dr. Uhrlaub ausgeführte Analysen dieses Feldspathes an:

	Feldspath milchweiss.	Feldspath durchsichtig.
Kieselerde	48,637	54,401
Thonerde	32,995	28,501
Kalk	18,234	16,197
Magnesia	0,210	0,225
Wasser	0,137	0,140
	100,213	99,467

7.

Wir lassen ferner ein zweites vollständiges Beispiel folgen, welches die quantitative mineralogische Zusammensetzung der Lava von Odadahraun am Ufer des Scalfandeflioth in Island zeigt. Diese Lava ist der vom Ufer der Thiorsá ausserordentlich ähnlich; in einer aschgrauen fast homogenen Grundmasse liegen weisse Feldspathskrystalle und Körner von lauchgrünem Augit und von gelblichgrünem Olivin. Die chemische Zusammensetzung der drei ausgesonderten Mineralkörper ist nach meinen Untersuchungen folgende:

	Augit.	Olivin.	Feldspath.
Kieselerde	51,130	39,722	46,667
Thonerde	4,403		33,448
Eisenoxyd			0,755
Eisenoxydul	4,490	11,816	
Kalk	23,746		18,693
Magnesia	16,231	48,462	0,437
	100,000	100,000	100,000

Die aus diesen Analysen berechneten Constanten sind:

$h = 1,9026$ $\eta = 0,1194$ $\lambda = 2,9553$
$g = 0,1461$ $\xi = 0,8806$ $\mu = 0,0447$
$\varepsilon = 0,0700$ $\alpha = 0,9700$
$\theta = 0,4746$ $\beta = 0,0300$
$k = 0,4554$

Die Analyse der Grundmasse der Lava von Scalfandeflioth, welche Herr Dr. Uhrlaub auszuführen die Güte hatte, besitzt folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	51,623
Thonerde	16,163
Eisenoxyd	8,794
Titanoxyd	0,610
Eisenoxydul	3,700
Kalkerde	12,475
Magnesia	7,353
Wasser	0,061
	100,778

Es ist nicht unberücksichtigt zu lassen, dass die Trennung von Eisenoxyd und von Eisenoxydul, nur auf den in Chlorwasserstoff löslichen Theil der Lava sich bezieht, während das im Augit enthaltene Eisenoxydul erst nach dem Aufschliessen durch Alkalien in Lösung gebracht und schliesslich als Eisenoxyd bestimmt wird. Die in der eben mitgetheilten Analyse gefundene Menge von Eisenoxyd ist daher zu gross, die vom Oxydul zu klein; die nöthige Correction lässt sich jedoch folgendermassen leicht in Rechnung bringen.

Mit Rücksicht auf die bereits angegebene Bezeichnung findet man aus den Gleichungen 2) und 5)

$$z = \frac{\lambda E - \alpha B}{\lambda \theta - \alpha g}$$

Substituirt man aus der eben angeführten Analyse die Werthe von B und E, so findet man $z = 2{,}5025$.

Aus den Gleichungen:

$$0{,}0447M + 0{,}0700z + 3f = 2{,}636$$
$$0{,}8806y + f = 0{,}821$$

ergeben sich die beiden für Eisenoxyd und Oxydul verbesserten, nämlich:

$$0{,}0447M + 3f = 2{,}4603$$

$$0{,}0700\,\frac{z}{3} + 0{,}8806y + f = 0{,}8794$$

Daraus ergibt sich das corrigirte Eisenoxyd $= 8{,}210$
das corrigirte Eisenoxydul $= 3{,}962$

Reducirt man endlich Titanoxyd auf Eisenoxyd, so gibt die obige Analyse der Grundmasse der Lava vom Scalfandeflioth folgende definitive Zahlen:

Kieselerde	51,384
Thonerde	16,089
Eisenoxyd	8,845
Eisenoxydul	3,945
Kalk	12,418
Magnesia	7,319
	100,000

Den Gleichungen:

$$xM + hz + y = 26,937$$
$$\lambda M + gz = 7,520$$
$$\mu M + 3f = 2,650$$
$$+ \varepsilon\frac{z}{3} + \eta y + f = 0,876$$
$$\alpha M + \theta z = 3,531$$
$$\zeta M + kz + \xi y = 2,890$$

genügen nach der Methode der kleinsten Quadrate die definitiven Elemente:

$$x = 8,3766$$
$$M = 2,4179$$
$$z = 2,5390$$
$$y = 1,8518$$
$$f = 0,8222$$

Mit denselben ergibt sich zwischen Rechnung und Beobachtung folgende Uebereinstimmung:

Beob.	Berechn.	Beob. Ber.
26,937	26,939	— 0,002
7,520	7,517	+ 0,003
2,650	2,575	+ 0,075
0,876	1,102	— 0,226
3,531	3,550	— 0,019
2,890	3,860	+ 0,030

Schliesslich findet man aus den Elementen die quantitative mineralogische Zusammensetzung, nämlich:

	Feldspath	Augit	Olivin	Magneteisenstein	Ber.	Beob.	Beob.Ber.
Kieselerde	38,641 +	9,215 +	3,533		= 51,389	51,384	—0,005
Thonerde	15,288 +	0,793			= 16,081	16,089	+0,008
Eisenoxyd	0,360			+ 8,232	= 8,592	8,845	+0,253
Eisenoxydul		0,197 +	0,996 +	3,703	= 4,896	3,945	—0,951
Kalkerde	8,248 +	4,238			= 12,486	12,418	—0,068
Magnesia	0,183 +	2,897 +	4,086		= 7,166	7,319	+0,153
	62,720 +	17,340 +	8,615 +	11,935	= 100,610	100,000	

Zerlegt man den Feldspath in Anorthit und Orthoklas, so ergibt sich die mineralogische Zusammensetzung der Grundmasse der Lava von Scalfandeflioth folgendermassen:

Anorthit	19,259	19,14
Orthoklas	43,461	43,20
Augit	17,340	17,24
Olivin	8,615	8,55
Magneteisenstein	11,935	11,87
	100,610	100,00

Beide hier vorkommenden Feldspathe enthalten nur Kalk und Spuren von Magnesia, aber keine Alkalien, ihre Zusammensetzung berechnet man also:

	Anorthit	Orthoklas
Kieselerde	43,384	69,684
Thonerde	35,948	19,248
Eisenoxyd	0,847	0,455
Kalkerde	19,395	10,385
Magnesia	0,426	0,228
	100,000	100,000

Der Magneteisenstein zeigt folgende Zusammensetzung:

Eisenoxyd	63,70
Titanoxyd	5,14
Eisenoxydul	31,16
	100,00

8.

Ganz in derselben Weise haben wir die quantitative mineralogische

Zusammensetzung der Gesammtmasse dieser Lava berechnet, deren Endresultat hier nur angeführt sein mag:

Die Zusammensetzung der Gesammtmasse von Dr. Uhrlaub und von mir analysirt, gab folgendes Resultat:

	U.	SvW.	Mittel.
Kieselerde	51,416	49,616	50,516
Thonerde	16,009	16,614	16,312
Eisenoxyd	7,995	9,524	8,759
Titanoxyd	0,388	0,388	0,338
Eisenoxydul	3,442	4,004	3,723
Kalkerde	13,258	13,263	13,260
Magnesia	7,136	6,945	7,040
	99,644	100,354	99,998

Indem man die Rechnung wie vorhin durchführt, erhält man für die nach der Methode der kleinsten Quadrate verbesserten Elemente:

$$x = 7,9556$$
$$M = 2,4396$$
$$z = 2,8884$$
$$y = 1,5746$$
$$f = 0,7409$$

Die quantitative mineralogische Zusammensetzung der Gesammtmasse der Lava vom Scalfandeflioth ergibt sich alsdann:

Anorthit	21,549	21,60
Orthoklas	39,712	39,82
Augit	20,391	20,45
Olivin	7,325	7,35
Magneteisenstein	10,755	10,78
	99,732	100,00

Zwischen der beobachteten und der mit den Elementen berechneten Analyse findet man folgende Unterschiede:

	Beob.	Berechn.	Beob. Ber.
Kieselerde	50,518	50,511	+ 0,007
Thonerde	16,299	16,327	— 0,026
Eisenoxyd	8,485	7,781	+ 0,704
Eisenoxydul	4,032	5,079	— 1,047
Kalk	13,247	13,119	+ 0,128
Magnesia	7,034	6,952	+ 0,082
	99,614	99,769	

Das Verhältniss zur Grundmasse zum ausgeschiedenen Theil berechnet sich mit Berücksichtigung der Feldspath-Analyse pag. 205 in folgender Weise:

	Gesammtm.		Grundm.		Ausgesch.
Orthoklas	39,82	=	38,72	+	1,10
Anorthit	21,61	=	17,21	+	4,40
Augit	20,44	=	15,45	+	5,00
Olivin	7,35	=	7,66	—	0,31
Magneteisenst.	10,78	=	10,64	+	0,14
	100,00		89,68		10,94

Im Bezug auf den Olivin ist vermuthlich in der Analyse der Gesammtmasse die Bestimmung der Magnesia etwas zu gering ausgefallen, da für den ausgesonderten Theil ein negativer Werth gefunden wird; diese Grösse hätte wenn auch klein, doch jedenfalls positiv sein müssen.

Das Verhältniss der Grundmasse zum ausgesonderten Theil verhält sich bei dieser wie bei der Thiorsá-Lava nahezu wie 8 : 1. Der bei weiten grösste Theil des Magneteisensteins ist in der Grundmasse enthalten. Augit und Feldspath sind in beiden Laven etwa in gleicher Weise ausgeschieden.

9.

Ich würde gern noch ein Beispiel der Berechnung eines Leuzitophyrgesteins angeführt haben, doch war es mir nicht möglich unter dem vorhandenen Material eine brauchbare Analyse aufzufinden; es unterliegt jedoch keinem Zweifel, dass nach geringer Modification unserer Gleichungen (siehe pag. 191) diese Aufgabe ebenso leicht wie die bereits mitgetheilten gelöst werden

könnte. Zum Schlusse dieser Untersuchungen mögen noch einige allgemeine Betrachtungen über die Berechnung der Gesteinsanalysen hier Platz finden.

Wir haben aus dem Vorhergehenden ersehen, mit Berücksichtigung der Zusammensetzung des Feldspaths aus Anorthit und Orthoklas, dass zur Bestimmung eines jeden Mineralkörpers eine unbekannte Grösse erforderlich ist.

Sind in einer unserer Aufgaben bei 7 Gleichungen 5 Mineralkörper zu bestimmen, so sind zwei überschüssige Gleichungen vorhanden, die zur wahrscheinlichsten Bestimmung der 5 Elemente nach der Methode der kleinsten Quadrate hinzugezogen werden können.

Findet man wegen der längern Rechnung Bedenken die Methode der kleinsten Quadrate in Anwendung zu bringen, so wird es nicht schwer halten sich Elemente zu verschaffen, welche nahezu genügen, und schlieslich nur sehr kleiner Correctionen bedürfen würden. Eine Rechnung dieser Art ist alsdann in einer bis zwei Stunden bequem auszuführen.

Doch ist es jedenfalls von grossem Interesse für die Beurtheilung des Grades der Zuverlässigkeit unserer Aufgabe möglichst viele Bedingungsgleichungen aufzustellen, denen Genüge geleistet werden muss. Mehrere allerdings noch näher zu prüfende Methoden werden dabei in Betracht kommen.

Zuerst können die verschiedenen Mineralkörper eines krystallinischen Gesteines, in bereits üblicher Weise in einen in Chlorwasserstoffsäure löslichen und unlöslichen Theil von einander getrennt und besonders analysirt werden, dabei ist jedoch Folgendes zu berücksichtigen:

In den Laven und in den neueren krystallinischen Gesteinen, welche wir soeben genauer betrachtet haben, werden Olivin, Leuzit, Sodalit und Magneteisenstein in der Wärme von mässig concentrirter Chlorwasserstoffsäure schon nach wenigen Stunden vollständig gelöst und zersetzt sein. Der Augit dagegen, wenn er sich nicht im Zustande der Verwitterung befindet, wird nach meinen Erfahrungen auch von concentrirter Säure selbst nach mehreren Tagen nicht im Geringsten angegriffen. Anders verhält es sich mit den Feldspathen von einem etwa 55 Procent übersteigenden Kieselerdegehalte. Diese werden nur langsam und sehr unvollständig zersetzt, je nachdem die Säure schwächer oder kräftiger ist, je nachdem sie längere oder kürzere Zeit einwirkt. Beide Theile, der lösliche wie der unlösliche werden daher Feldspath ent-

halten, der für jeden besonders in Rechnung zu bringen ist. In dem in Säure löslichen wird der Anorthit, im unlöslichen der Orthoklas vorherrschen, beide in entsprechender Weise summirt, werden den im zu untersuchenden krystallinischen Gestein befindlichen Feldspath repräsentiren.

Im löslichen Theil werden aus 7 Gleichungen 4 unbekannte nämlich x, M, y, f, im unlöslichen aus 7 Gleichungen 3 unbekannte Grössen, x, M, z, zu ermitteln sein. Fügt man ferner eine Gesammtanalyse beider Theile hinzu, so würden noch 7 neue Bedingungsgleichungen gewonnen, so dass aus 21 Gleichungen 7 unbekannte Grössen zu bestimmen wären. Eine zweite Methode besteht darin, f direct zu beobachten, indem über eine abgewogene Quantität feingeriebener Lava in einem zum Glühen erhitzten Porzellanrohr zuerst Wasserstoff, dann Sauerstoff geleitet und in beiden Versuchen die Gewichts-Abnahme und Zunahme ermittelt wird.

10.

Es ist zunächst einleuchtend, dass von der Grösse der Cöfficienten μ, λ, α, β für den Feldspath h, g, ε, θ, k, für den Augit; η, ξ für den Olivin u. s. w. die quantitative mineralogische Zusammensetzung der Lava abhängt.

Betrachten wir einen einfachen Fall, z. B. die Zusammensetzung einer Lava, in welcher kein Olivin vorkömmt, so erhalten wir wie vorhin folgende 7 Gleichungen:

$$
\begin{array}{llllll}
1 & xM & + hz & & = A \\
2 & \lambda M & + gz & & = B \\
3 & \mu M & + & + 3f & = C \\
4 & & + \varepsilon z & + f & = D \\
5 & \alpha M & + \theta z & & = E \\
6 & \beta M & + kz & & = F \\
7 & 1\text{-}(\alpha+\beta)M & & & = K
\end{array}
$$

Ferner wie oben $h + \frac{2}{3} g = 2$ und $\varepsilon + \theta + k = 1$.

Ist die Zusammensetzung des Feldspaths durch λ, μ, α, β gegeben, so kann man aus den 7 Gleichungen durch Elimination x, M, z, h, ε, θ und f bestimmen, d. h., die Zusammensetzung und Quantität des Augits und des Magneteisensteins ergeben sich durch die Rechnung. Die Grössen μ und β

sind immer sehr klein öfter $= 0$ und können im Allgemeinen vernachlässigt werden. Die Kalkbestimmung des Feldspaths oder die Festsetzung der Grösse α wird daher ausser der Gesteinsanalyse für die quantitative mineralogische Zusammensetzung vollkommen genügen.

Sodann haben wir darauf aufmerksam zu machen, dass wenn einmal die Grössen A, B, C u. s. w. durch die Analyse gegeben sind, sowohl Augit wie Feldspath, welche Werthe auch für die Coefficienten h, g, ε, θ, k und a gewählt werden, gewisse Grenzen nicht überschreiten können. Die obere Grenze für den grössten Werth von x wird erreicht, wenn $\alpha = \beta = o$ und daher $M = K$ wird. Der Feldspath, welcher unter dieser Voraussetzung nur Natron und Kali enthält, bekömmt seiner Quantität nach den kleinsten, der Augit den grössten Werth.

Für diese obere Grenze gelten alsdann folgende Gleichungen:

$$R = \mu K + 3(D + E + F) - C$$

$$x = \frac{3A - hR}{3K}, \quad z = \frac{R}{3}, \quad h + \frac{2}{3}g = 2, \quad g = 3\left(\frac{B - \lambda K}{R}\right),$$

$$\varepsilon = \frac{\mu K - 3D - C}{R}, \quad \theta = 3\frac{E}{R}, \quad k = 3\frac{F}{R}, \quad f = \frac{C}{3} - \mu\frac{K}{3}$$

Die untere Grenze in welcher x den kleinsten Werth erreicht, während die Quantität des Feldspaths am Grössten, die des Augits am Kleinsten wird, findet sich für $h = 2$ und $g = 0$.

Alsdann ergibt sich: $T = \lambda(D + E + F - f) - (\alpha + \beta)B$; ferner:

$$M = \frac{B}{\lambda}, \quad x = \frac{\lambda A - 2T}{B}, \quad z = \frac{T}{\lambda}, \quad \varepsilon = \frac{(D - f)}{T}\lambda \quad \theta = \frac{\lambda(E + K) - \alpha B,}{T}$$

$$k = \lambda\,\frac{(F + K) - \beta B}{T}, \text{ und } f = \frac{C}{3} - \frac{\mu}{3\lambda}\,B$$

11.

Aus den beiden Gleichungen von f geht hervor, dass der Gehalt des Magneteisensteins einen nahezu constanten Werth annimmt, welches auch das Verhältniss vom Augit zu Feldspath sein mag.

Nach der bereits mitgetheilten Analyse der Grundmasse der Thiorsá-Lava haben wir beispielsweise:

$$A = 26{,}436$$
$$B = 6{,}030$$
$$C = 2{,}881$$
$$D = 1{,}671$$
$$E = 3{,}635$$
$$F = 1{,}991$$
$$K = 0{,}404$$

Sodann ist $\lambda = 2{,}9353$, $\mu = 0{,}0647$, $\alpha = 0{,}9304$, $\beta = 0{,}0153$.

Aus den eben angeführten Formeln berechnet man alsdann für jene beiden Grenzen folgende Zahlen:

Obere Grenze	Untere Grenze
$x = 42{,}013$	$x = 8{,}5465$
$M = 0{,}404$	$M = 2{,}0543$
$z = 6{,}345$	$z = 4{,}4383$
$\alpha = 0$	$\alpha = 0{,}9304$
$\beta = 0$	$\beta = 0{,}0153$
$h = 1{,}4912$	$h = 2$
$g = 0{,}7634$	$g = 0$
$\varepsilon = 0{,}1134$	$\varepsilon = 0{,}1701$
$\theta = 0{,}5729$	$\theta = 0{,}4794$
$k = 0{,}3137$	$k = 0{,}3505$
$f = 0{,}9516$	$f = 0{,}9160$
$R = 19{,}036$	$T = 13{,}028$

Die quantitative mineralogische Zusammensetzung berechnet man aus diesen Zahlen für die obere Grenze folgendermassen:

	Feldspath		Augit		Magneteisenstein		
Kieselerde	32,384	+	18,045			=	50,429
Thonerde	2,535	+	10,365			=	12,900
Eisenoxyd	0,087			+	9,526	=	9,613
Eisenoxydul		+	3,242	+	4,287	=	7,529
Kalk		+	12,781			=	12,781
Magnesia		+	4,987			=	4,987
Natron	1,054					=	1,054
Kali	0,518					=	0,518
	36,578	+	49,420	+	13,811	=	99,811

Die quantitative mineralogische Zusammensetzung wird alsdann:

Feldspath	36,578
Augit	49,420
Magneteisenstein	13,813
	99,811

Es ist mehr als zweifelhaft, dass ein Feldspath wie der eben berechnete existire, nehmen wir dagegen in den Laven als äussersten Werth $x = 12$ statt $x = 42,0$ an, so wäre in der Verbindung, welche die obere Grenze bezeichnet, neben dem Orthoklas noch freier Quarz vorhanden und zwar in folgendem Verhältniss mit den drei übrigen Mineralkörpern verbunden:

Quarz	23,142
Orthoklas	13,436
Augit	49,420
Magneteisenst.	13,813
	99,811

Da indess in keiner unzersetzten Lava ausgeschiedener Quarz beobachtet wird, so folgt daraus, dass die für die obere Grenze berechneten Werthe von $h, g, \varepsilon, \theta, k$ nicht erreicht werden können.

Setzen wir für $x = 12$, so findet man durch Elimination aus obigen 7 Gleichungen (pag. 212) für die 7 Unbekannten folgende Werthe:

$$M = 1,4145$$
$$z = 5,3570$$
$$h = 1,7662$$
$$\varepsilon = 0,1384$$
$$\theta = 0,4899$$
$$\alpha = 0,7144$$
$$f = 0,9298$$

Daraus finden sich ferner:

$$g = 0,3507$$
$$k = 0,3717$$

Mit diesen Zahlen berechnet man die quantitative mineralogische Zusammensetzung:

	Feldspath.		Augit.		Magneteisenstein.		
Kieselerde	32,380	+	18,049			=	50,429
Thonerde	8,883	+	4,019			=	12,902
Eisenoxyd	0,305			+	9,308	=	9,613
Eisenoxydul		+	3,340	+	4,189	=	7,529
Kalk	3,478	+	9,229			=	12,707
Magnesia	0,054	+	4,988			=	5,042
Natron	1,182					=	1,182
Kali	0,581					=	0,581
	46,863	+	39,625	+	13,497		99,985

Für die untere Grenze, die durch $x = 8,5465$ bezeichnet wird ergibt sich folgende quantitative mineralogische Zusammensetzung:

	Feldspath.		Augit.		Magneteisenstein.		
Kieselerde	32,384	+	18,045			=	50,429
Thonerde	12,899					=	12,899
Eisenoxyd	0,443			+	9,170	=	9,613
Eisenoxydul		+	3,402	+	4,127	=	7,529
Kalk	5,694	+	7,087			=	12,781
Magnesia	0,078	+	4,908			=	4,986
Natron	1,054					=	1,054
Kali	0,518					=	0,518
	53,070	+	33,442	+	13,297	=	99,809

Stellen wir die Resultate unserer Rechnung zusammen, so erhalten wir diese Uebersicht:

I.

	$x = 42{,}013$	$x = 12$	$x = 10{,}6267$	$x = 8{,}2644$
Feldspath	36,578	46,863	49,794	53,070
Augit	49,420	39,625	35,706	33,442
Magneteisenstein	13,813	13,497	13,399	13,297

Feldspath II.

Kieselerde	88,535	69,096	66,846	61,021
Thonerde	6,931	18,956	20,705	24,306
Eisenoxyd	0,283	0,647	0,711	0,835
Kalk		7,423	10,789	10,729
Magnesia		0,115	0,126	0,147
Natron	2,882	2,523	0,446	1,986
Kali	1,414	1,240	0,377	0,976

Augit III.

	$x = 42{,}013$	$x = 12$	$x = 10{,}6267$	$x = 8{,}2644$
Kieselerde	36,515	45,551	49,460	53,959
Thonerde	20,973	10,143	7,369	
Eisenoxydul	6,560	8,429	9,280	10,173
Kalk	25,862	23,291	20,696	21,190
Magnesia	10,090	12,586	13,195	14,678

Magneteisenstein IV.

	13,813	13,497	13,399	13,297

12.

Durch diese Untersuchung gelangen wir zu folgenden Schlussbetrachtungen:

Die analysirte Lava als quarzfreies Gestein kann daher nur einen zwischen den Grenzen $x = 12$ und $x = 8{,}5465$ liegenden Feldspath enthalten, der nach mineralogischem Sprachgebrauch zwischen Orthoklas und Oligoklas hin und her schwankt, welche Zusammensetzung auch der Augit innerhalb des ihm angewiesenen Spielraumes annehmen mag. Aus III geht der Spielraum der Augitzusammensetzung hervor, wonach der Kieselerdegehalt nicht unter 45,551

herabgedrückt und nicht über 53,959 erhöht werden kann. Bei dem kleinsten Werthe für die Kieselerde wird die Thonerde bis 10,143 steigen. Dass der Magneteisenstein, welches Verhältniss zwischen Feldspath und Augit stattfindet, immer nahe zu denselben Werth beibehält, ist bereits bemerkt worden, geht aber auch aus den Zahlen unter IV augenscheinlich hervor.

In den vulkanischen Gesteinen, soweit ich dieselben zu untersuchen Gelegenheit hatte, ist die Zusammensetzung des Augits und Olivins für ein und dieselbe Localität nahezu constant, sodass kleine Veränderungen in den Coefficienten h, g, ε, θ, k, η, ξ auf das Endresultat, auf die quantitative mineralogische Zusammensetzung des Gesteins, keinen wesentlichen Einfluss ausübt. Doch auch in verschiedenen Gegenden z. B. in Island am Aetna, am Vesuv ist die Zusammensetzung sowohl der Augite wie der Olivine für dieselbe Farbe des Minerals ziemlich dieselbe.

Der Augit von lauchgrüner Farbe von einigen europäischen Vulkanen zeigt folgende Zusammensetzung:

	Aetna a.	Aetna b.	Thiorsá.	Scalfandeflioth.	Vesuv.
Kieselerde	50,012	50,55	49,460	51,130	50,90
Thonerde	5,256	4,85	7,369	4,403	5,37
Eisenoxydul	10,813	7,96	9,280	4,490	6,25
Kalk	18,565	22,29	20,696	23,743	22,96
Magnesia	14,834	13,01	13,195	16,213	14,43

Die Analyse des atnäischen Augits (b) und die vom Vesuv, sind von Kudernatsch, die andern von mir ausgeführt worden. Der Mittelwerth aus allen ist:

Kieselerde	50,62
Thonerde	5,47
Eisenoxydul	7,79
Kalk	21,73
Magnesia	14,39
	100,00

Die schwarzen Augite, wie sie in vielen Laven des Aetna und des Stromboli auftreten, enthalten bei einem etwas geringern Kieselerde-Gehalte mehr Eisenoxydul und Thonerde.

Der schwarze Augit der Eruption des Aetna von 1669 zeigt folgende Zusammensetzung:

Kieselerde	47,618
Thonerde	6,737
Eisenoxydul	11,600
Kalk	20,866
Magnesia	12,894
Wasser	0,285

Auch die Olivine des Aetna besitzen unter einander verglichen, eine sehr ähnliche Zusammensetzung.

In der nachfolgenden Tabelle sind verschiedene Werthe von h, g, ε, θ, k, soweit sie für unsere Untersuchungen Interesse haben zusammengestellt:

	h	g	ε	θ	k
Augit für $x = 8,5465$; untere Grenze	2	0	0,1701	0,4794	0,3505
Augit vom Scalfandeflioth	1,9026	0,1461	0,0700	0,4746	0,4554
Augit lauchgrün, Mittelwerth von Island, Vesuv, Aetna	1,8792	0,1810	0,1261	0,4525	0,4208
Augit schwarz Aetna 1669	1,8448	0,2327	0,1886	0,4345	0,3769
Augit Thiorsá	1,8373	0,2441	0,1559	0,4454	0,3987
Augit $x = 12$	1,7662	0,3507	0,1384	0,4899	0,3717
Augit $x = 42,013$	1,4912	0,7634	0,1134	0,5729	0,3137

Aus diesen Zahlen und mit Berücksichtigung der allgemeinen vorhin aufgestellten Gleichungen geht hervor, dass wenn in einer Lava, deren quantitative mineralogische Zusammensetzung berechnet werden soll, der Augit selbst nicht analysirt wäre, man Mittelwerthe von h, ε, θ, ohne das Endresultat wesentlich zu beeinträchtigen, benutzen kann. Werden die Werthe von h, ε, θ um eine kleine Grösse geändert, so lässt sich leicht die Veränderung ableiten, welche in der Gesteinszusammensetzung dadurch hervorgebracht wird.

Es muss alsdann folgenden Bedingungsgleichungen Genüge geleistet werden:

$$
\begin{array}{rcrcrcrcrcl}
Mdx & + & xdM & + & hdz & + & zdh & & & = & 0 \\
2Md\lambda & + & 2\lambda dM & + & (6-3h)dz & - & 3zdh & & & = & 0 \\
-\,Md\lambda & + & (3-\lambda)dM & & & & & + & 3df & = & 0 \\
 & & & & \varepsilon dz & + & zd\varepsilon & + & df & = & 0 \\
Md\alpha & + & \alpha dM & + & \theta dz & + & zd\theta & & & = & 0 \\
Md\beta & + & \beta dM & + & (1-(\varepsilon+\theta)dz & - & zd\varepsilon & - & zd\theta & = & 0 \\
(1-(\alpha+\beta)dM & - & Md\alpha & - & Md\beta & & & & & = & 0
\end{array}
$$

Nehmen wir wie vorhin die Grundmasse der Thiorsa-Lava als Beispiel, so wird $x = 10{,}6267$ $M = 1{,}6419$ $z = 4{,}8951$ $f = 0{,}9231$; ferner $\lambda = 2{,}9353$ $\mu = 0{,}0647$ $h = 1{,}8373$ $\varepsilon = 0{,}1559$ $\theta = 0{,}4454$ $\alpha = 0{,}9304$ $\varsigma = 0{,}0153$. Setzt man ferner $dh = 0{,}02$ $d\varepsilon = 0{,}02$ $d\theta = -0{,}02$.

Man findet alsdann:

$$1{,}6419dx + 10{,}6267dM + 1{,}8373dz + 0{,}0979 = 0$$
$$3{,}2838d\lambda + 5{,}8706dM + 0{,}4881dz - 0{,}2937 = 0$$
$$-1{,}6419d\lambda + 0{,}0647dM \quad 3df = 0$$
$$0{,}1559dz + df + 0{,}0979 = 0$$
$$1{,}6419d\alpha + 0{,}9304dM + 0{,}4454dz - 0{,}0979 = 0$$
$$1{,}6419d\varsigma + 0{,}0153dM + 0{,}3987dz = 0$$
$$-1{,}6419d\alpha - 1{,}6419d\varsigma + 0{,}0543dM = 0$$

Aus diesen Gleichungen folgt durch Elimination:

	Veränd. Elem.	Feldspath Coeff.	Augit Coeff.
$dx = -0{,}9253$	$x' = 9{,}7014$	$\alpha' = 0{,}9235$	$h' = 1{,}8572$
$dM = +0{,}1430$	$M' = 1{,}7839$	$\varsigma' = 0{,}0269$	$g' = 0{,}2142$
$dz = -0{,}0534$	$z' = 4{,}8417$	$\lambda' = 2{,}7773$	$\varepsilon' = 0{,}1759$
$df = -0{,}0896$	$f' = 0{,}8335$	$\mu' = 0{,}2227$	$\theta' = 0{,}4254$
$d\alpha = -0{,}0069$			$k' = 0{,}3187$
$d\varsigma = +0{,}0116$			
$d\lambda = -0{,}1580$			

Mit diesen Zahlen berechnet man die neue quantitative mineralogische Zusammensetzung:

Feldspath	51,263
Augit	35.289
Magneteisenst.	12,099
	98,651

während die mit den Coefficienten, des in dieser Lava vorkommenden Augits berechnete pag. 197 folgendermassen sich ergeben hat:

Feldspath	49,794
Augit	35,706
Magneteisenst.	13,399
	98,899

Aus der Vergleichung dieser Zahlen unter einander leuchtet ein, dass die Grössen h, ε, θ ziemlich erheblich geändert werden können, ohne dass die verschiedenen hier im Gemisch erscheinenden Mineralkörper durchschnittlich mehr als etwa 1 Procent von den frühern abweichen. Der Unterschied, der in diesen beiden Verbindungen namentlich für den Magneteisenstein am bemerklichsten wird, rührt daher, dass im ersten Falle die Grössen λ und μ aus der Feldspath-Analyse pag. 196 entlehnt, im zweiten aber durch Elimination aus den angeführten Fehler-Gleichungen bestimmt worden sind. Substituirt man in die allgemeinen Gleichungen die Mittelwerthe pag. 218, so wird die Zusammensetzung der Thiorsá-Lava in den einzelnen Bestandtheilen etwa 2 Procent vom erstern Resultate abweichen, dagegen wird die Zusammensetzung der Lava vom Scalfandeflioth fast genau so wie vorhin gefunden werden.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, dass z. B. für eine Lava, einen Basalt, Porphyr oder Diorit u. s. w., vorausgesetzt, dass die Gesteinsanalyse sorgfältig ausgeführt und auf die Trennung von Eisenoxyd und Eisenoxydul Rücksicht genommen ist, die quantitative mineralogische Zusammensetzung leicht mit aller nöthigen Genauigkeit berechnet werden kann. Die hier vorgetragene Methode zur Lösung unserer Aufgabe leistet daher ungleich mehr, als bis jetzt in dieser Richtung irgend hat erreicht werden können; denn bei gehöriger Umsicht werden die Fehler in der Bestimmung der Quantitäten der einzelnen Mineralkörper kaum ein Procent übersteigen, unter günstigen Umständen werden sie sich noch unterhalb dieser Grenze halten.

Manche Mineralogen und Geologen werden vielleicht den Gang der hier vorgetragenen Rechnung beschwerlich finden, wenn man indess auf den äussersten Grad von Genauigkeit auf eine vollständige Combination der Beobachtungen verzichtet, ist eine jede der hier mitgetheilten Aufgaben selbst für wenig geübte Rechner in einer bis zwei Stunden auszuführen; jedenfalls sind diese Rechnungen im Umfang nicht entfernt mit denen zu vergleichen, welche bei vielen andern naturwissenschaftlichen Untersuchungen erfordert werden. Es ist ein grosser Irrthum zu glauben, dass aus einer solchen Gesammtanalyse jede beliebige Gesteinszusammensetzung berechnet werden könne. Zur Aufklärung dieses Gegenstandes mögen folgende Bemerkungen dienen:

1) Unsere Aufgabe, die Berechnung der quantitativen mineralogischen

Zusammensetzung, bei der der äusserste Grad von Genauigkeit nicht verlangt wird, hat nur ein rein geologisches Interesse. Die in den krystallinischen Gesteinen vorkommenden Mineralkörper sind der Zahl nach gering und ihre stöchiometrischen Formeln bekannt; in den meisten Fällen findet man sie in Krystallen oder in krystallinischen Körnern deutlich ausgesondert und lassen über ihre Natur keinen Zweifel übrig. Der Ansatz unserer Gleichungen wird unter solchen Verhältnissen auf keine Hindernisse stossen und das Endresultat leicht zu ermitteln sein. Selbstverständlich ist es, dass aus einer Gesammtanalyse keine Mineralkörper durch Rechnung bestimmt werden können, welche Elementarstoffe enthalten, die in jener nicht vorhanden sind, z. B. kann in einem Gesteine, welches weder Natron noch Kali enthält kein Leuzit vorkommen. Aus einer Analyse welche keine Magnesia enthielte, würde kein Olivin gefunden werden können; eine Analyse ohne Chlorgehalt beurkundet die Abwesenheit von Sodalit u. s. w. Einige Mineralkörper sind auch an gewissen Localitäten ganz ausgeschlossen, wie z. B. Nephelin [1]) und Leuzit am Aetna und in Island, und können daher sogleich unberücksichtigt bleiben. In schwierigen oder zweifelhaften Fällen wird es gerathen sein, die grösst möglichste Zahl von Bedingungsgleichungen aufzustellen, worauf bereits vorhin aufmerksam gemacht worden ist. Die Sicherheit des Endresultats wird dann aus dem Grade der Genauigkeit zu beurtheilen sein, mit denen die gewonnenen Elemente den Gleichungen genügen. Genügt ein System von Elementen nicht, so muss man versuchen ein anderes zu substituiren, oder für einen Mineralkörper einen andern in die Mischung einzuführen. Es bedarf wohl kaum erwähnt werden, dass in dem zu untersuchenden Gestein, die verschiedenen Mineralkörper noch in wesentlich unzersetztem oder unzerstörtem Zustande vorhanden sein müssen, weil sie sonst begreiflicher Weise den stöchiometrischen Proportionen, deren Richtigkeit voraufgesetzt wird nicht Genügen geleistet werden kann.

Mit Hülfe der von uns hier ausgeführten Aufgabe wird man verschiedene anderer geologischer Untersuchungen mit Vortheil weiter verfolgen können; gute Beobachtungen und genauere Gesteinsanalysen, als die meisten bisjetzt ausgeführten sind jedoch dazu die erste und unerlässliche Bedingung.

1) Da mir von Nephelingesteinen keine guten und brauchbaren Analysen bekannt sind, so habe ich dieselben hier nicht näher in Betracht gezogen. Vorkommenden Falls ist die Rechnung mit geringer Modification der Gleichungen leicht ausgeführt.

Zur Anatomie der Niere

von

J. Henle.

(Hierzu Taf. 1 – 3).

Der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt am 4ten Januar 1862.

Die Beobachtungen, die ich hier mitzutheilen habe, liefern wieder einen Beweis, wie augenfällige anatomische Thatsachen sich der Beobachtung entziehn können, sobald einmal die Vorstellungen, die wir von der Structur der Organe haben, mit den Vorstellungen von dem Zwecke derselben in Einklang gebracht sind. Die Anatomie der Niere hat seit Bowman's Entdeckung keinen nennenswerthen Fortschritt gemacht. Dass die Kanälchen, die auf den Nierenpapillen ausmünden, nach wiederholter gabliger Theilung innerhalb der Marksubstanz schliesslich in die gewundenen Kanälchen der Rinde sich fortsetzen, darüber bestand längst kein Zweifel mehr. Nachdem alsdann festgestellt war, dass die Rindenkanälchen jedes in eine kuglige Kapsel enden, die den Glomerulus aufnimmt, schienen die Wege, die das Secret von den Blutgefässen bis in die Nierenkelche einschlägt, völlig offen da zu liegen und nur über den Einfluss, den einerseits der Glomerulus, andererseits die Epithelzellen der Harnkanälchen auf die Zusammensetzung des Urins üben, machten sich verschiedene Anschauungen geltend.

Nun ist es richtig, dass Kanälchen von Mündungen aus, die die Oberfläche der Papille und der scharfen, hier und da die Papillen verbindenden Kämme wie ein Sieb durchbohren, gablig getheilt in die Marksubstanz ausstrahlen und sich in gewundene Kanälchen der Rindensubstanz fortsetzen und

ebenso leicht ist es zu bestätigen, dass aus den Kapseln der Glomeruli gewundene Kanälchen ihren Ursprung nehmen. Aber jene von den Mündungen der Papille ausstrahlenden geraden Kanälchen bilden, wenn nicht dem Volumen, doch der Zahl nach nur einen untergeordneten Theil der Marksubstanz; neben ihnen finden sich in überwiegender Menge feinere Kanälchen von ähnlich gestrecktem Verlauf, die aber nicht auf der Papille münden, sondern höher oder tiefer in der Marksubstanz schlingenförmig umbeugen, um gegen die Rinde, von welcher sie hergekommen sind, zurückzukehren. Und ebenso machen die gewundenen Kanälchen der Rinde, die mit den Kapseln des Glomerulus beginnen, nur einen, allerdings den grösseren Theil der Rinde aus und gerade sie stehn mit den auf der Papille mündenden Kanälchen der Marksubstanz nicht in Verbindung. Man kennt Rinden- und Markkanälchen; aber indem man sie beide in Verbindung brachte, blieb der Theil der Marksubstanz, der zu den bekannten Rindenkanälchen, so wie der Theil der Rindensubstanz, der zu den bekannten Markkanälchen gehört, unbeachtet.

Schon in Bezug auf das Verhalten der Harnkanälchen, die auf der Spitze der Papille wirklich ausmünden, haben die Beschreibungen und Abbildungen einen schematischen Charakter und entsprechen der Wirklichkeit nicht. Wenn man, wie Ferrein [1]), die Zahl der gegen die Papillenspitze convergirenden Kanälchen mit der Zahl der Mündungen verglich, musste man allerdings zu der Einsicht kommen, dass nicht alle Kanälchen direct auf die Oberfläche sich öffnen, und so entstand die Annahme der vaisseaux papillaires (Ductus papillares Schumlansky [2]), Foveae Eysenhardt [3])), kurzer, blinddarmförmiger Einstülpungen der die Papille überziehenden Schleimhaut, deren Grund und Seitenwände die Mündungen der eigentlichen Harnkanälchen aufnehmen sollten. Die Niere des Pferdes sollte allein eine Ausnahme machen, insofern hier die Kanälchen unmittelbar auf der Oberfläche der Papille ausmünden oder mit andern Worten, die Papillenmündungen in Röhrchen führen, die sich sofort gabelförmig theilen und dabei verfeinern. Eysenhardt bildet einen Quer-

1) Hist. de l'acad. des sciences. 1753. p. 511.

2) De structura renum. Argentor. 1788. p. 61.

3) De structura renum observat. microscop. Berol. 1818. p. 13.

schnitt der Nierenpapille ab, die den kreisförmigen Durchschnitt eines weiten Kanälchens umgeben von den kreisförmigen Durchschnitten enger Kanälchen zeigt; er hält das weite Lumen für den Durchschnitt eines Ductus papillaris, die engen Lumina für Durchschnitte der Harnkanälchen und bezweifelt nicht, dass die letztern sich weiter abwärts allmälig dem Ductus papillaris nähern und schliesslich mit ihm verbinden müssten. Ebenso deutet Beale[1]) das gleiche Bild aus einem höhern (der Rinde nähern) Theile der Pyramide; die engern Kreise bezeichnet er als „Durchschnitte feinerer Röhrchen oberhalb ihrer Einmündung in die weitern“. Die Vergleichung einer Reihe von Querschnitten oder eines Längsschnittes der Marksubstanz würde beide Beobachter von ihrem Irrthum überzeugt haben. Die feinen Kanälchen verlaufen nicht convergirend gegen die weitern, sondern denselben parallel; sie münden nicht in die weitern ein, sondern verbinden sich untereinander. Und diese feinern Kanälchen sind auch beim Pferde neben den gabelförmig verästelten weiten Kanälen der Papille sichtbar.

Was die Niere des Pferdes vor der des Menschen und vieler andern Thiere auszeichnet, ist besonders das absolut bedeutendere Caliber der von den Papillenmündungen ausgehenden Kanälchen, das die Injection und die Untersuchung erleichtert, ferner der mehr gestreckte Verlauf dieser Kanälchen und die häufigere Wiederholung der gabelförmigen Theilung. Grosse Schwierigkeiten hat aber auch bei andern Geschöpfen die Injection der Harnkanälchen vom Ureter aus nicht; sie ist meinem Prosector, Herrn Dr. Ehlers, der mich bei diesen Untersuchungen freundlichst unterstützte, und mir und Vielen vor uns beim Menschen, Hund, Schwein, Schaf u. s. w. gelungen. Ein feiner Durchschnitt einer solchen injicirten Papille parallel der Längsaxe der Kanälchen zeigt nichts, was einem Ferrein-Schumlansky'schen Duct. papillaris entspräche, vielmehr überall dieselbe baum- und gabelförmige Verästelung, wie sie vom Pferd bekannt ist. Das gleiche Resultat gewinnt man auf eine noch weniger umständliche Weise, wenn man die Spitze einer Nierenpapille fein abschneidet und, mit der Schnittfläche auf das Objectglas gelegt, allenfalls auch mittelst verdünnter Kalilösung durchsichtig gemacht, bei schwa-

1) Todd and Bowman physiolog. anatomy. Part IV. p. 491.

cher Vergrösserung mikroskopisch betrachtet. Stellt man das Instrument anfangs auf die Oberfläche der Papille ein und fasst eine der Papillenmündungen ins Auge, so wird man schon bei geringer Senkung des Tubus den Rand der Scheidewand gewahren, welche das primitive Kanälchen nach kurzem Verlauf in zwei oder drei divergirende theilt, und nicht selten sieht man in dem einen oder andern dieser Kanälchen, indem man mit dem Focus weiter in die Tiefe dringt, dasselbe Bild der Theilung sich wiederholen.

Bei dem Menschen insbesondere gleicht die erste Verästelung der Harnkanälchen einem kriechenden, etwas knorrigen Strauch [1]; die Stämme ziehn eine Strecke weit leicht wellenförmig unter der Oberfläche der Papille hin und senden Aeste, die sich alsbald wieder theilen, aufwärts in die Pyramide. Bei dieser Theilung, die sich im Aufsteigen noch einige Mal wiederholt, nimmt ihr Kaliber ziemlich rasch ab. Von etwa 0,2 — 0,3 mm., dem Durchmesser der Mündung und des ursprünglichen Stämmchens, sinkt das Kaliber schon durch die erste Theilung auf 0,1 — 0,2 mm., um sich dann weiterhin auf 0,05 — 0,06 mm. zu verjüngen. Diesen Durchmesser haben die Kanälchen in einer Entfernung von etwa 5 mm. von der Spitze erreicht und behalten ihn bis in die Nähe der Rindensubstanz. Sie behalten ihn, weil von jener Stelle an keine Theilungen mehr oder doch nur äusserst spärliche Statt finden. Darnach ist die gangbare Ansicht zu berichtigen, dass bei Menschen und Säugethieren, mit Ausnahme des Pferdes, der Durchmesser der Harnkanälchen sich trotz der Theilungen gleich bleibe: die Beständigkeit des Kalibers der Röhrchen in der Marksubstanz, wenn man von der der Ausmündung nächsten Region absieht, ist factisch; die Theilungen sind nur vorausgesetzt, weil ohne deren Annahme die Kegelform der Marksubstanz unerklärlich blieb, um so unerklärlicher, da offenbar das sogenannte Stroma der Marksubstanz von der Papille an aufwärts sich vermindert. Der Ursachen, welche in Wahrheit die Zunahme des Volumens der Marksubstanz gegen die Rinde bedingen, sind mehrere; sie werden auf die sicherste Weise dadurch ermittelt, dass man quere, d. h. senkrecht gegen die Axe der Kanälchen geführte Durchschnitte aus verschiedenen Höhen derselben Pyramide mit einander vergleicht. Der-

---

1) Tafel I. fig. 1.

gleichen Durchschnitte stellt man entweder aus frischen Nieren mit dem Doppelmesser her, oder man benutzt Nieren, die mittelst der bekannten Methoden, am besten in Weingeist oder chromsaurer Kalilösung oder durch Trocknen gehärtet sind. Die Divergenz der Kanälchen ist Schuld, dass man an Präparaten von einiger Ausdehnung, namentlich aus der untern Region der Pyramide, immer nur einen Theil der Kanälchen im reinen Querschnitt zu sehn bekömmt und dass zur Seite der quer durchschnittenen mehr und mehr schräg und endlich der Länge nach durchschnittene folgen [1]).

Die Querschnitte der *offenen* Harnkanälchen — so werde ich die auf der Papille mündenden Kanälchen und deren Zweige nennen — nehmen sich aus menschlichen Nieren, wie man sie gewöhnlich von Leichen erhält, nach Verlust des Epithelium, wie verhältnissmässig grosse helle Kreise aus. Frischen Nieren von Menschen und Säugethieren entnommen zeigen sie sich von einem regelmässigen Cylinderepithelium ausgekleidet, dessen Zellen, nach Art aller cylindrischen Drüsenepithelien, mit dem breitern Ende aufsitzen und mit dem schmalern das Lumen begrenzen [2]). Die Höhe der Cylinder beträgt in den weitesten Kanälchen 0,02 — 0,03 mm., in der Mitte der Höhe der Pyramide etwa 0,016 mm. An Nieren, die vom Ureter aus injicirt worden, erscheinen die Querschnitte der offenen Kanälchen in der Farbe der Injection [3]), meist sehr zierlich wie ein farbiger Kreis um einen farbigen Punkt, indem die Injectionsmasse nicht blos das Lumen erfüllt, sondern auch zwischen Wand und Epithelium eindringt. An Säuglingsnieren mit Harnsäure-Infarct zeichnen sich die offenen Kanälchen durch die bei durchfallendem Lichte dunkeln, bei auffallendem Lichte glänzend gelben Harnsäure-Ablagerungen aus [4]).

Die Substanzbrücken, durch welche die offenen Harnkanälchen von einander gesondert werden, sind in der Spitze der Papille relativ und absolut so schmal, dass man leicht die in denselben enthaltenen Bildungen übersieht. Der wesentliche Bestandtheil derselben ist ein Stroma, welches im frischen

---

1) Taf. I. fig. 2.
2) Taf. I. fig. 3. 4 *a*. Taf. III. fig. 29 *a*.
3) Taf. III. fig. 19—22.
4) Taf. I. fig. 6.

Zustande hell und durchsichtig, nach längerm Verweilen in chromsaurer Kalilösung schwach netzförmig fasrig und häufig mit sehr gleichförmigen Zellenkernen durchsäet ist [1]), von welchen sich in andern Fällen keine Spur findet. Durch dies Stroma ziehn Blutgefässe und vereinzelte, mitunter stark gewundene Schlingen der schleifenförmigen Kanälchen, auf die ich zurückkomme.

Weiter aufwärts werden die Brücken zwischen den Querschnitten der offenen Harnkanälchen ebenso breit und selbst breiter, als diese Kanälchen selbst und nun lassen sich zwischen den letztern die Durchschnitte engerer Kanälchen, oft in regelmässig ringförmiger Anordnung um die weitern, nicht mehr verkennen. Der Durchmesser der engern Kanälchen beträgt zwischen 0,02 und 0,05 mm.; wie ihr Kaliber, so ist auch ihre Structur und Bedeutung verschieden, es lassen sich zweierlei Drüsenkanälchen, so wie ab- und aufsteigende Blutgefässe unterscheiden und wenn sich bei einer nicht ganz vollständigen Injection ein Theil der Blutgefässe mit Injectionsmasse, ein anderer mit Blut gefüllt hat, so bieten die Querschnitte dieser verschiedenfarbigen Gefässe neben den Querschnitten der mannichfaltigen Drüsenkanälchen und leeren Querschnitten, aus welchen das Epithelium oder der Inhalt verloren gegangen ist, ein stellenweise sehr buntes Bild.

Die beiden Arten engerer Drüsenkanälchen, deren Durchschnitte den Raum zwischen den Durchschnitten der offenen Kanälchen erfüllen, sind diesen und einander gegenüber hauptsächlich durch das Epithelium, einigermassen auch durch das Kaliber charakterisirt. Die Einen, meist feinern, besitzen ein klares Pflasterepithelium, dessen Form am meisten an die Epithelien der Blutgefässe erinnert; man sieht platte, ovale, entsprechend der Axe des Rohrs verlängerte Kerne in einer structurlosen Grundlage, die nur schwer die Conturen rhombischer Plättchen erkennen lässt, in die sie durch Maceration zerfällt. In Nieren, die in chromsaurem Kali oder Weingeist erhärtet worden, liegt dies Epithelium als zusammenhängender, geschrumpfter Schlauch innerhalb der Basalmembran [2]), ebenso fest zusammenhängend tritt es aus den Kanälchen frisch durchschnittener Nieren hervor [3]). Die Kerne erzeugen bauchige,

1) Taf. II. fig. 14.
2) Taf. II. fig. 12 *bb*.
3) Taf. II. fig. 13 *A*.

gegen das Lumen vorspringende Hervorragungen; diese sind schon einigermassen an Profilansichten, deutlicher an feinen Querschnitten sichtbar [1]), deren Lumen durch je 3—4 im Umkreis eines Durchschnitts nebeneinanderliegende Kerne blutigelbiss- oder carreauförmig wird.

Die andere, durchschnittlich weitere Art der feinen Kanälchen [2]) fällt durch ihr Epithelium mehr in's Auge. Dies Epithelium ist ebenfalls pflasterförmig, aber es bildet eine viel mächtigere Schichte, die die Kanälchen trotz ihrer grössern Weite fast vollständig ausfüllt und nur ein schmales, kreis- oder spaltförmiges Lumen übrig lässt. Es ist ferner ausgezeichnet durch feinkörnige Beschaffenheit, vermöge welcher es bei auffallendem Lichte weiss, bei durchfallendem schwachgelblich und etwas glänzend erscheint. Die einzelnen Zellen haben eine fast kubische Form; sie haften im frischen Zustande ebenfalls fest aneinander, entleeren sich aus angeschnittener Marksubstanz in Form von Strängen und ziehen sich in erhärteten Nieren von der Basalmembran zurück. Doch fallen sie nach einiger Maceration in chromsaurer Kalilösung leichter auseinander.

Wenn im Allgemeinen, wie erwähnt, die Zahl der feinern Kanälchen von der Spitze gegen die Basis der Pyramide zunimmt, so gilt dies doch nicht gleichmässig für die beiderlei Formen derselben. Vielmehr scheinen diese einander zu vertreten. In der Papille kommen nur Kanälchen mit hellem Epithelium vor und zwar erhalten diese, indem sie sich der Spitze der Papille nähern, meist einen etwas grössern Durchmesser; allmälig treten, in Querschnitten aus höhern Theilen der Pyramide, neben Kanälchen mit hellem Epithelium mehr und mehr Kanälchen mit körnigem Epithelium auf, bis zuletzt die der ersten Art völlig schwinden.

Schon hiernach wäre der Schluss gerechtfertigt, dass die Kanälchen der Einen Art sich in die der andern fortsetzen, dass die anfangs relativ weiten Kanälchen sich auf dem Wege von der Basis zur Spitze der Pyramide verjüngen, indess gleichzeitig an die Stelle der dicken und körnigen die platten und hellen Epitheliumzellen treten. Der Uebergang der Einen Form in die

---

1) Taf. I. fig. 3. 4. *bb*. Taf. II. fig. 14. 16 *bb*. Taf. III. fig. 19. 29 *b*.

2) Taf. I. fig. 4 *b'*. Taf. II. fig. 12 *b'*. fig. 13 *B*. Taf. III. fig. 20 *b'*.

andere lässt sich aber auch direct nachweisen. Am vollständigsten ist mir dies an der Niere des Kaninchens gelungen vermittelst einer Methode, die auch schon anderwärts angewandt worden ist, um den Kitt oder das Bindemittel, das die wesentlichen Elemente eines Organs zusammenhält, aufzulösen und diese Elemente zu isoliren. Ich legte ein Stück Niere über Nacht in ziemlich concentrirte Salzsäure und darauf in destillirtes Wasser. War der richtige Concentrationsgrad getroffen (man muss denselben versuchsweise ermitteln), so liess sich die Niere durch leises Schütteln im Wasser oder Berühren mit Nadeln in ihre Kanälchen, wie unter gleichen Umständen ein Muskel in seine Primitivbündel zerlegen. Indem ich nun auf diese Weise aus einer Kaninchenniere den an die Rinde grenzenden Theil des Marks auf dem Objectträger ausbreitete, gewann ich Gruppen von Kanälchen [1]), welche an dem der Rinde zugewandten Ende dunkel, körnig und 0,02—03 mm. breit, in ziemlich gleicher Höhe nebeneinander sich rasch auf einen Durchm. von 0,01 mm. reducirten und in diesem engern Theil hell und durchsichtig waren. Die Epitheliumzellen selbst hatte die Salzsäure unkenntlich gemacht. In der Niere des Menschen und anderer Säugethiere habe ich nach ähnlichen Bildern vergeblich gesucht, aber doch häufig aus den in Salzsäure zerfallenen Drüsen einzelne Fragmente von Röhrchen, wie Taf. II Fig. 13 *C*, zur Einen Hälfte breit und körnig, zur andern schmal und klar, erhalten, Der Unterschied zwischen der Niere des Kaninchen und anderer Thiere besteht darin, dass die feinen (im Gegensatz der offenen) Kanälchen der Marksubstanz sich dort in gleicher Höhe, hier in verschiedenen Höhen, das Eine nach längerm, das andere nach kürzerm Verlauf, verjüngen und in der angegebenen Weise umwandeln.

Aus der bisherigen Schilderung ergeben sich schon zwei Structurverhältnisse, welche dazu beitragen, der Marksubstanz die Pyramidenform zu ertheilen: *erstens*: die zwischen Spitze und Basis allmälig wachsende Zahl der feinen Kanälchen und *zweitens* die Vergrösserung des Kalibers dieser Kanälchen, die ebenfalls in der Richtung von der Spitze zur Basis, wenn auch nicht bei allen in gleicher Höhe erfolgt. Ein *dritter* Anlass der Volumenzunahme der Mark- gegen die Rindensubstanz beruht in einer eigen-

1) Taf. III. fig. 30.

thümlichen Anordnung der Blutgefässe, wodurch gerade in der Basis der Pyramide die Harnkanälchen von einer beträchtlichen Zahl röhrenförmiger, im Verlaufe den Harnkanälchen ähnlicher, im leeren Zustande schwer von ihnen zu unterscheidender Elemente auseinandergedrängt werden. Es ist bekannt, dass aus der Rindensubstanz Büschel von Blutgefässen, die sogenannten Arteriolae rectae, in regelmässigen Abständen in die Marksubstanz eindringen. Die Controverse, ob diese Gefässe lediglich Fortsetzungen der rückführenden Gefässe der Glomeruli seien oder ob sie zum Theil direct von den an der Grenze der Rinden- und Marksubstanz bogenförmig verlaufenden Arterienstämmen abgegeben werden, dürfte ich hier unerörtert lassen, will aber nicht verschweigen, dass ich weder der Einen, noch der andern Ansicht beipflichten kann, sondern die Arteriolae rectae aus dem Zusammenfluss der feinen, die Rindenkanälchen umspinnenden Capillargefässe hervorgehen sehe [1]). Wichtig aber für das Verständniss des Baues und ohne Zweifel auch der Function der Niere ist es, dass jene Büschel der sogenannten Arteriolae rectae nur eine gewisse Zone der Marksubstanz einnehmen und weiter abwärts in ziemlich gleicher Höhe dadurch sich verlieren, dass sie theils umbiegen, theils sich wieder in feinere Capillarge-

1) Ueber dergleichen Verhältnisse nach den Bildern zu urtheilen, die die Durchschnitte wohl injicirter Präparate liefern, hat, wie schon der Widerstreit der Meinungen beweist, seine grossen Schwierigkeiten. Oft scheint ein Gefäss, das hinter oder vor einem andern vorübergeht, aus diesem zu entspringen; oft stellt ein schräger Schnitt eine scheinbare Continuität zwischen Gefässen her, die unabhängig von einander in verschiedenen Ebenen verlaufen. Minder trügerisch sind die Resultate unvollkommener Injection, die gleichsam historisch die Bahn des Blutes zu verfolgen gestatten. So halte ich den von Arnold und Virchow behaupteten Ursprung der Arteriolae rectae aus den Arcaden der Nierenarterien dadurch für vollkommen widerlegt, dass eine arterielle Injection niemals die Gefässe der Marksubstanz erreicht, bevor die Glomeruli und deren Vasa efferentia gefüllt sind und ebenso glaube ich der Annahme Bowman's, dass die Artt. rectae sämmtlichen Fortsetzungen der Vasa efferentia der an das Mark grenzenden Glomeruli seien, deshalb entgegentreten zu müssen, weil ich an Präparaten, an welchen die Injectionsmasse von den Harnkanälchen aus in die Capillargefässe der Rinde extravasirt war, die Glomeruli leer, die Vasa recta aber von Masse erfüllt sah.

fässe auflösen. Die Gefässbüschel-haltige Zone, die ich als *Grenzschichte der Marksubstanz* bezeichnen will, verräth sich auf Durchschnitten der Niere deutlich genug schon dem freien Auge. Insbesondere zeichnet sie sich an den frischen Nieren von Säugethieren als ein rother Streif zwischen der weissen eigentlichen Marksubstanz und der gelblichen Rindensubstanz aus und oft genug fällt sie auch an menschlichen Nieren durch ihre tief rothe Färbung gegenüber der blassen Substanz des untern Theils der Pyramide und der gelblich rothen Rindensubstanz auf. An Schnitten, die dem Laufe der Gefässe und Harnkanälchen parallel geführt sind, erscheint die Röthe der Grenzschichte in Form einer dichten strahligen Streifung, auf Querschnitten ist sie punktförmig. Dass an injicirten Nieren dieselbe Zeichnung in der Farbe der Injectionsmasse sich darbietet, versteht sich von selbst. Das Mikroskop zeigt auf feinen Querschnitten die mit Blutkörperchen oder Injectionsmasse gefüllten oder leeren Durchschnitte der Blutgefässe gruppenweise zwischen den Durchschnitten der Harnkanälchen und zwar in der Regel der feinern; nicht selten ist die kreisförmige Gruppe der Gefässdurchschnitte durch ein oder ein paar Durchschnitte feinerer Harnkanälchen unterbrochen, die sich gleichsam zwischen die Gefässe verirrt haben. Der Durchmesser der Gefässe und feinen Harnkanälchen ist ziemlich gleich, die Unterscheidung beider aber, abgesehn vom Inhalte der Gefässe, dadurch sehr sicher, dass die Gefässe keine Art von Epithelium besitzen, wenn auch mitunter ein gegen das Lumen vorspringender Kern der Gefässwand oder eine Kräuselung der letztern bei flüchtiger Betrachtung den Eindruck einer Epithelbekleidung hervorbringen können.

Querschnitte der Marksubstanz unterhalb jener gefässreichen Zone zeigen Gefässdurchschnitte nur vereinzelt und von meist geringerm Kaliber; wenn die Niere nicht injicirt und nicht besonders blutreich war, so gelingt es meist mit aller Mühe nicht, die zusammengefallenen Blutgefässe zwischen den Harnkanälchen herauszufinden. Erst in der Spitze der Papille werden die Blutgefässe wieder zahlreicher, stärker und augenfälliger.

Die physiologische Eigenthümlichkeit der Grenzschichte der Marksubstanz erhellt schon daraus, dass der Harnsäure-Infarct der Kinder, so wie auch Ablagerungen anderer Art häufig auf die eigentliche Marksubstanz beschränkt sind und über den untern Rand der Grenzschichte nicht hinaus reichen.

Indem wir die anatomischen Verhältnisse aufsuchten, von welchen es abhängt, dass die Marksubstanz der Niere von der Papille gegen die Rinde an Umfang wächst, lernten wir eine Art feiner Nierenkanälchen kennen, die, ohne in die offenen Harnkanälchen auszumünden, doch gegen die Spitze der Papille allmälig an Zahl abnehmen, Kanälchen, die also in der Marksubstanz endigen müssen. Die Art der Endigung ist nicht schwer aufzufinden; vielmehr bieten die Enden, wenn man sie anders so nennen darf, dieser feinen Kanälchen ein zumal in kranken Nieren oft so auffallendes Bild, dass man sich wundern muss, wie sie den zahlreichen Bearbeitern der pathologischen Anatomie der Niere verborgen bleiben konnten. Sie biegen nämlich je zwei in steilen Bogen in einander um und erweisen sich dadurch als Schlingen, die von der Basis der Marksubstanz aus mehr oder weniger tief in dieselbe hinabragen. Die weissen Infarcte, die so häufig in den Spitzen der Nierenpapillen älterer Personen gefunden werden, sind nicht in den offenen Harnkanälchen oder den sogenannten Ductus papillares enthalten, sondern sind wesentlich Ablagerungen in den Schlingen der feinen Kanälchen, die in der Nierenpapille innerhalb der Scheidewände der offenen Kanälchen verlaufen. Es sind amorphe oder körnige oder tropfsteinförmige Massen von Salzen oder Fett, die man, wenn sie nicht zu dicht angehäuft sind, in Hufeisenform die Mündung eines Duct. papillaris umgeben oder den Harnkanälchen parallel aus der Tiefe hervorkommen sieht, um dicht unter der Oberfläche in steilen Bogen wieder umzukehren. Nur bei weiter vorgeschrittener Erkrankung dehnen sie sich auch über die Interstitien der Kanälchen aus und backen zu compacten Klumpen zusammen.

Noch gewöhnlicher ist bei Individuen, die den verschiedenartigsten Krankheiten erlegen sind, eine Fettinfiltration jener schleifenförmigen Kanälchen, die sie an feinen Längsschnitten weit in die Marksubstanz hinauf kenntlich macht, zumal wenn man durch Behandlung mit verdünnter Kalilösung und nachheriges Auswaschen in Wasser die Epithelzellen und Blutkörperchen, die das Bild trüben, beseitigt hat (vgl. Taf. I. Fig. 8). Das Fett erscheint in Gestalt eines feinkörnigen Niederschlags, der die innere Oberfläche der Wand der schleifenförmigen Kanälchen bedeckt und sie dergestalt scharf gegen die blassen Interstitien und die Lumina der der Länge nach angeschnittenen offenen Kanälchen abhebt.

Endlich haben die Faserstoff- oder Gallertcylinder, die, seit ich sie aus der Bright'schen Niere zuerst beschrieb[1]), so vielfach besprochen worden sind, ihren Sitz in den schleifenförmigen Kanälchen des untern Theils der Marksubstanz. Dadurch wird freilich ihre Identität mit den sogenannten Faserstoffcylindern, die in bright'scher Krankheit mit dem Urin entleert werden, zweifelhaft. In den Urin könnten sie wenigstens nicht anders, als durch Zerreissung der Nierenpapille, und also auch nicht ohne Blutung gelangen. Vielleicht wird es künftig durch Messung möglich, Gerinnsel aus den weiten, offenen Kanälchen von Gerinnseln oder Gallertmassen, die die feinen schleifenförmigen Kanälchen füllen, zu unterscheiden. Vielleicht sind auch beiderlei Gebilde nach Bedeutung und Ursprung verschieden. Denn so wahrscheinlich es a priori ist, dass ein faserstoffhaltiger Urin schon innerhalb der Harnkanälchen gerinnt, so zeigen doch jene Ausgüsse der schleifenförmigen Kanälchen manche Eigenthümlichkeiten, die sich mit der Annahme, dass sie durch einen blossen Gerinnungsprocess innerhalb der Kanälchen entstanden seien, nicht recht vertragen. Schon durch ihre äussern Charaktere, ihren Glanz, ihre gelbliche Farbe, Festigkeit, Resistenz gegen Essigsäure und Alkalien unterscheiden sie sich von gewöhnlichen Faserstoffgerinnseln. Zeigen sich einzelne Kanälchen, in welchen sie liegen, nicht vollständig von ihnen erfüllt, so sind dagegen andere offenbar übermässig ausgedehnt, wozu ein aus dem Inhalte der Kanälchen sich abscheidendes Gerinnsel niemals Anlass geben könnte. Beckmann[2]), der die fraglichen Cylinder am genauesten studirt hat, lässt sie durch eine Art Erweichung in feinere oder gröbere Körner zerfallen. Mir scheinen die Reihen ovaler Körner, deren Substanz vollkommen mit der Substanz der Cylinder übereinstimmt, vielmehr einer Verschmelzung entgegenzugehn; sie haben oft eine sehr gleichmässige Grösse, eine elliptische Form und eine centrale Depression, Eigenschaften, welchen zufolge man sie für metamorphosirte Zellen halten möchte. Den Kanälchen, in welchen diese Körner oder die Cylinder liegen, fehlt in der Regel das Epithelium. Uebrigens haben sie, wenn sie überhaupt pathologisch sind, nur eine sehr untergeordnete Bedeutung. Ich sah

---

1) Zeitschr. für rationelle Medicin. Bd. I. 1844. p. 68.

2) Archiv für path. Anat. u. Physiol. Bd. XI. p. 77.

sie in der Niere von Hingerichteten und Selbstmördern und selbst in den Nieren geschlachteter Thiere, namentlich Pferde und Schweine.

Wie dem sei, so gehören die gallertartigen Cylinder zu den Producten, die das Auffinden der schlingenbildenden Kanälchen erleichtern, um so mehr, da, wie gesagt, die von den Cylindern erfüllten Kanälchen meistens auch erweitert sind.

Aber alle diese Infiltrationen, auch die letztgenannten, sind in der Regel auf diejenigen schleifenförmigen Kanälchen beschränkt, die in der Papille und dem der Papille nächsten Theil der Marksubstanz liegen. Um sich zu überzeugen, dass die gleichen Umbeugungen der feinen Kanälchen auch in den obern Regionen der Pyramide vorkommen, bedarf es anderer Methoden der Untersuchung, die denn auch dazu dienen, die schleifenförmigen Kanälchen in den Papillen vollkommen gesunder Nieren aufzusuchen. Etwas leistet schon die Injection der offenen Harnkanälchen vom Ureter aus; feine, dem Lauf der Kanälchen parallele Schnitte aus der injicirten Niere gestatten zuweilen, den Lauf einzelner schleifenförmiger Kanälchen über die injicirten hinweg zu verfolgen[1]). Die beweisendsten Präparate liefert aber auch für diesen Zweck die Auflösung des Bindemittels der Nierenkanälchen vermittelst Salzsäure. Die Stämme der offenen Harnkanälchen, darin hat Beer[2]) ganz richtig beobachtet, entbehren der Membrana propria oder der von mir sogenannten Basalmembran. Ihre Wand bildet ein feinfasriges Gewebe mit den eingestreuten, oben erwähnten Zellenkernen, welche den Lösungsmitteln des Bindegewebes nicht widersteht. In den Aesten der offenen Kanälchen tritt alsbald eine Basalmembran auf, aber sie ist weit in die Pyramide hinein zarter, als die Basalmembran, die die schleifenförmigen Kanälchen bildet. Dies zeigt sich schon sehr deutlich an einem, mit dünner Kalilösung behandelten und ausgewässerten feinen Querschnitt der Papille[3]), an welchem die doppelten Conturen der Durchschnitte der engen Kanälchen (*bb*) merklich mit den einfachen Begrenzungen der weiten Kanälchen contrastiren. Es ist daher möglich, die Einwirkung der Salzsäure in einem Stadium zu treffen, wo die offenen Kanälchen ge-

1) Tafel I. fig. 8.

2) Die Bindesubstanz der Niere. Berl. 1859. p. 22.

3) Taf. I. fig. 7.

löst, die schleifenförmigen noch nicht auseinander gefallen sind. Taf. II. Fig. 10 ist ein treues Bild des Längsdurchschnittes der Spitze einer menschlichen Nierenpapille, welcher 24 Stunden lang in einer eben nicht mehr rauchenden Salzsäure macerirt, dann mit destillirtem Wasser abgespült worden war. Die Lücken entsprechen dem Raum, den die Stämme der offenen Kanälchen eingenommen hatten, der feinkörnige Grund entspricht dem in Lösung begriffenen Stroma nebst den Blutgefässen. Fig. 11 zeigt, bei einer etwa halb so starken Vergrösserung, die schleifenförmigen Kanälchen aus einem in gleicher Weise behandelten, aber mit Nadeln etwas auseinandergezogenen Durchschnitt eines höhern Theils der Marksubstanz; der Unterschied des hellen und des körnigen Epithelium, dessen ich oben gedachte, lässt sich auch nach diesen Eingriffen noch bemerken.

Die im Vorhergehenden aufgezählten Darstellungsweisen der schleifenförmigen Kanälchen liessen noch Einem Bedenken Raum. Da in den kranken Kanälchen das Epithelium meistens nicht mehr vorhanden ist und da die Behandlung der Präparate mit Kalilösung oder Salzsäure dasselbe zerstört oder doch unkenntlich macht, so fehlt das Kriterium, welches die Schlingen der Harnkanälchen von den Capillargefässschlingen, die ihnen in der äussern Form mitunter sehr ähnlich sind, unterscheiden lehrt. Insbesondere beschlich mich bei Betrachtung der zahlreichen, in der Spitze der Papille umbeugenden Kanälchen immer wieder der Verdacht, es möchten die Ablagerungen ihren Sitz in Blutgefässen haben, die eben dadurch unwegsam und dem Blut unzugänglich geworden wären. Indessen auch dieser Verdacht liess sich zuletzt gründlich widerlegen. Wenn man von einer ganz frischen Schweinsniere die äusserste Spitze der Papille mit der Scheere abschneidet und, mit der Schnittfläche auf das Objectivglas gelegt, bei 2--300maliger Vergrösserung betrachtet, so gelingt es zuweilen schon ohne weitere Reagentien, die blutkörperhaltigen Kapillargefässe und die hellen schleifenförmigen Kanälchen mit ihrer Epithelialbekleidung nebeneinander in den Brücken, die die Mündungen der offenen Harnkanälchen scheiden, zu verfolgen; klarer wird das Bild, freilich auch bald zerstört, wenn man dem Präparat einen Tropfen 32-procentiger Kalilösung zusetzt, welche Alles durchsichtig und die Epithelzellen, Kerne, Blutkörperchen erst aufquellen macht, bevor sie sie auflöst. Der

Ueberzug, welchen, den dogmatischen Beschreibungen zufolge, die Papille von der über dieselbe sich fortsetzenden Schleimhaut des Nierenkelchs erhalten soll, ist bei diesem Versuch nicht hinderlich. Denn in der That erstreckt sich die bindegewebige Schleimhaut des Nierenkelches, von dem Winkel aus, in welchem Kelch und Papille zusammenstossen, kaum 2—3 mm. weit auf die Papille; sie endet mit zugeschärftem Rande und weiterhin bildet, abgesehn vom Epithelium, das Stroma der Niere selbst die Oberfläche der Papille. Die Schichte desselben, die die oberflächlichsten schleifenförmigen Kanälchen deckt, ist mitunter kaum mächtiger, als der Durchmesser eines solchen Kanälchens.

Enden die feinen Kanälchen der Marksubstanz sämmtlich in Schlingen? diese Frage glaube ich unbedenklich bejahen zu dürfen. Wenn einzelne eine Ausnahme machten, so könnten sie nur entweder blind, vielleicht auch zugespitzt in dem Stroma der Niere sich verlieren, und davon habe ich nie eine Andeutung gesehn, oder sie müssten mittelbar, durch die offenen Kanälchen, oder unmittelbar an der Oberfläche der Papille sich öffnen. Beides lässt sich thatsächlich widerlegen. An Nieren, deren offene Kanälchen vollständig und bis in die Rinde gefüllt waren, habe ich doch niemals eine Spur der Injectionsmasse in den feinen Kanälchen gesehn; andererseits sind die Ränder der offenen Kanälchen im injicirten Zustande völlig eben und es zeigt sich nirgends auch nur der Anfang einer Tendenz der Masse, in feine Seitenzweige auszuweichen. Aus den Oeffnungen der Papillenspitze lässt sich bekanntlich der Inhalt mit dem Epithelium der Harnkanälchen in Form einer gelblichen, eiterartigen Flüssigkeit auspressen. So lange die Papille unversehrt ist, enthält diese Flüssigkeit nur die mehr oder minder zusammenhängenden Cylinder-Epithel-Bekleidungen der offenen Harnkanälchen, weite, mitunter auch gablig getheilte Röhren; übt man einen Druck auf die Papille aus, nachdem man die äusserste Spitze derselben abgeschnitten hat, so finden sich in der ausgepressten Flüssigkeit neben den weiten, aus cylindrischen Epithelzellen zusammengesetzten Schläuchen auch die Pflasterepithelbekleidungen der engen Kanälchen. Aus der abgeschnittenen Nierenpapille kann man, je nachdem man den Druck von der Schnittfläche gegen die Spitze oder in der umgekehrten Richtung wirken lässt, dort die Epithelien der offenen, hier die Epithelien der offenen und der schleifenförmigen Kanälchen hervordringen sehn.

Da die feinen Kanälchen der Marksubstanz in den obern Regionen der Pyramide von einem mächtigen und körnigen, in den untern Regionen von einem platten und hellen Pflasterepithelium überzogen sind, so ergiebt sich von selbst, dass an den tief in die Papille hinabragenden Kanälchen die Schlinge selbst und die angrenzenden Theile der beiden Schenkel es sind, welche helles Epithelium besitzen, indess in einiger Entfernung vom Gipfel der Schlinge das körnige Epithelium auftritt. Bei den höher oben in der Marksubstanz umbiegenden Kanälchen ist dies nicht der Fall; hier geht das körnige Epithelium ununterbrochen von dem Einen Schenkel durch die Schlinge hindurch in den andern über. Die Form des Epithelium ist also nicht bedingt durch die Stelle die es in dem einzelnen Kanälchen, sondern durch die Stelle, die es in der Marksubstanz als Ganzem einnimmt und man könnte sagen, die Schlingen der tiefern Kanälchen haben nur deshalb helles Epithelium, weil sie in einem Theil der Pyramide liegen, dem diese Art von Epithelium eigen ist.

Als Resultat der im Bisherigen mitgetheilten Beobachtungen stellt sich heraus, dass die Marksubstanz der Niere zweierlei absondernde Kanälchen enthält; die Einen, die *offenen* Harnkanälchen, schon an der obern Grenze der Pyramide von grösserm Kaliber, weiter abwärts durch wiederholtes paarweises Zusammenmünden noch an Kaliber zunehmend, von Cylinderepithelium ausgekleidet, mit verhältnissmässig weitem Lumen; die andern, die *schleifenförmigen* Harnkanälchen, schon an der obern Grenze der Pyramide fein und im Absteigen sich noch mehr verjüngend, nach kürzerm oder längerm Verlauf im steilen Bogen umbiegend, von pflasterförmigem Epithelium ausgekleidet, in der obern Region der Pyramide mit engem, in der Papille mit etwas weiterm Lumen.

Es kam nunmehr darauf an, die Kanälchen der Marksubstanz in die Rinde zu verfolgen, um zu ermitteln, welche von beiden Arten oder ob beide mit den gewundenen Kanälchen der Rindensubstanz und endlich mit den Kapseln der Glomeruli in Communication ständen. Ich gedachte auch diese Frage zuerst mit Hülfe der Salzsäure zu entscheiden und bemühte mich, den Lauf der Kanälchen an Nieren, deren Stroma durch Salzsäure gelöst war, zu entwirren. Doch musste ich mich bald von der Fruchtlosigkeit dieses Unternehmens überzeugen. Schon den Lauf der geraden Kanälchen zu verfolgen wird in der

Nähe der Rindensubstanz sehr schwierig zum Theil wegen des plexusartigen Austausches der Kanälchen verschiedener Bündel, mehr noch wegen einer Art von steil spiraligem Verlauf, den die feinen Kanälchen zuletzt einschlagen, so dass, wenn man sie ausgebreitet zu haben glaubt, man immer Ein Bündelchen sich hinter dem andern hinziehn sieht. Noch schwerer ist es, gewundene Kanälchen auf grössere Strecken zu isoliren. Hier wird ausser der Verfilzung auch die Brüchigkeit der Kanälchen hinderlich.

So blieb denn nichts übrig, als die Injectionen wieder aufzunehmen und, so wenig man auch nach den seitherigen Resultaten davon erwarten durfte, zu versuchen, ob es möglich sei, die Masse vom Ureter aus durch die Kanälchen der Marksubstanz bis in die der Rinde zu treiben. Und hierin hat uns das Glück begünstigt. Mir gelang es an einer Pferdeniere, Dr. Ehlers an einer Schweinsniere, Theile der Rindensubstanz vom Ureter aus zu injiciren. Dabei zeigte sich aber, dass eine wesentliche Bedingung des Erfolgs darin besteht, dass man an vollkommen frischen Organen operire. Ich vermuthe, dass es das sich lösende Epithelium ist, welches schon wenige Stunden nach dem Tode die Kanäle verstopft und die Injectionsmasse zwingt, entweder in das Parenchym oder in die Blutgefässe, die die Wand der Kanälchen umspinnen, auszuweichen. Unter diesen Umständen musste aber, bis auf günstige Gelegenheit, darauf verzichtet werden, die Untersuchung an der Niere des Menschen weiter zu führen. Die folgenden Mittheilungen beziehn sich auf die Niere des Pferdes und Schweins; doch habe ich Grund genug anzunehmen, dass die Niere der übrigen Säugethiere und des Menschen nicht wesentlich verschieden gebaut sei.

Schon in der Grenzschicht der Marksubstanz ändert sich beim Pferd die Gruppirung der Kanälchen. Der Querschnitt der eigentlichen Marksubstanz erscheint im injicirten Zustande dem blossen Auge ganz gleichmässig und um so feiner punktirt, je weiter man sich von der Papille entfernt. In der Grenzschicht ordnen sich die Pünktchen, die den Durchschnitten der injicirten, offenen Kanälchen entsprechen, in geschlängelte Linien und Kreise; das Centrum des Kreises, den die Reihen von Querschnitten injicirter Kanälchen umschreiben, nehmen die Querschnitte der oben erwähnten Gefässbüschel ein; in der

Peripherie, demnach in nächster Umgebung der injicirten Harnkanälchen, liegen die Querschnitte der schleifenförmigen Kanälchen [1]).

In die Rinde setzen sich die injicirten Kanälchen, vereinzelt oder zu mehreren nebeneinander, in gewissen Abständen von einander zunächst gerade oder leicht wellenförmig gegen die Oberfläche der Niere fort. Begleitet von einem Bündel feiner Kanälchen, den Fortsetzungen der schleifenförmigen, stellen sie die Abtheilungen der Rinde dar, welche Ferrein unter dem Namen *Prolongemens* beschrieb und die ich *Pyramidenfortsätze* nennen werde. Die Räume zwischen den Pyramidenfortsätzen werden von gewundenen Harnkanälchen erfüllt, die demnach in einem senkrecht zur Oberfläche der Niere gerichteten Durchschnitt mit den Bündeln der geraden Kanälchen abwechseln [2]). Verjüngen sich die Bündel gerader Kanälchen pyramidenförmig von der Grenze der Marksubstanz gegen die Oberfläche der Niere, so bilden die zwischen ihnen eingeschalteten Massen gewundener Kanälchen Pyramiden, die in umgekehrter Richtung, von der Oberfläche gegen die Marksubstanz, an Volumen abnehmen. Nur darf man den Ausdruck Pyramiden nicht wörtlich nehmen. Die Bündel der geraden Kanälchen sind vielmehr Säulen, die erst in der Nähe der peripherischen Enden sich zuzuspitzen oder abzurunden anfangen. Die Anhäufungen gewundener Kanälchen gewähren nur in einem, der Axe der Pyramidenfortsätze parallelen Durchschnitt ein Bild von Säulen, welche abwärts, gegen das Mark, abgerundet sind. In der That machen sie, wie ein der Oberfläche paralleler Durchschnitt [3]) zeigt, eine zusammenhängende Masse aus, die nur mit cylindrischen, gegen die Marksubstanz offenen Lücken zur Aufnahme der Pyramidenfortsätze versehn ist. Peripherisch enden diese Lücken blind, d. h. die gewundenen Kanälchen stellen unter jeder Kapsel der Niere eine continuirliche Schicht dar, die sich als ein Ueberzug von allerdings geringer Mächtigkeit über die Spitzen der Pyramidenfortsätze erstreckt und zwischen dieselben einsenkt. Durch die *eigentliche* Rindensubstanz, wie ich die Masse der gewundenen Kanälchen nennen will, steigen mit den Pyramidenfortsätzen

---

1) Taf. III. fig. 21. 22.
2) Taf. II. fig. 17.
3) Taf. II. fig. 18.

alternirend, die Arterienzweige zur Oberfläche auf; sie geben nach allen Seiten unter fast rechtem Winkel Aeste ab, an welchen die Glomeruli hängen, die demgemäss reihenweise längs der Grenze der eigentlichen Rindensubstanz und der Pyramidenfortsätze angeordnet sind [1]). In den letztern finden sich Kanälchen von verschiedenem Kaliber, deren Durchmesser beim Neugebornen in sehr weiten Grenzen, zwischen 0,008 und 0,05 mm., beim Erwachsenen zwischen 0,04 und 0,08 schwankt. Beim Neugebornen liegen, wie man an Querschnitten der Pyramidenfortsätze sieht, constant die feinsten Kanälchen in der Axe und weiter nach aussen folgen successiv stärkere und stärkere [2]).

Nach diesen Bemerkungen über den Bau der Rindensubstanz, die grösstentheils nur Bekanntes wiederholen, nehme ich die Beschreibung des Verlaufs der offenen Harnkanälchen wieder auf. Diese Kanälchen hatten sich in der eigentlichen Marksubstanz verzweigt und verjüngt, dann fast ohne weitere Theilung und ohne merkliche Aenderung des Kalibers ihren Weg durch die Grenzschichte der Marksubstanz bis an die peripherische Spitze der Pyramidenfortsätze verfolgt. Hier erst oder nur wenig früher beginnt eine neue und reiche Verästelung der offenen Kanälchen, wodurch sie auch an der Bildung der eigentlichen Rindensubstanz Antheil nehmen. Regel ist, dass in der Spitze der Pyramidenfortsätze und oft ganz dicht unter dem fibrösen Ueberzug der Niere je zwei Kanälchen Einer Pyramide oder zweier benachbarten im Bogen in einander übergehn. Aus diesen, mit der Convexität gegen die Oberfläche gekehrten Arkaden entspringen feinere Aeste, die sich häufig wieder bogenförmig vereinigen, wodurch Bilder entstehn, die einigermassen an die Ausbreitung der Art. mesenterica im Gekröse erinnern [3]). Andre stärkere und feinere Aeste gehn von den Schenkeln des Bogens unter spitzem Winkel abwärts und diese treten in gewundenem Verlauf, Schlingen bildend, in die Schichte eigentlicher Rindensubstanz zwischen den Pyramidenfortsätzen ein. Alle die genannten Aeste vereinigen sich zu einem stellenweise weitmaschigen, stellenweise engen Netz, dessen Anastomosen auch dadurch constatirt werden, dass es sich zuweilen von einigen wenigen zuführenden Kanälchen

---

1) Taf. II. fig. 17 *C*.
2) Taf. II. fig. 18.
3) Taf. III. fig. 23. 24.

aus in grossen Strecken längs der Peripherie der Niere füllen lässt. Wo die Injection vollkommen gelungen ist, erscheint die Oberfläche der Niere mit feinen dichten, mäandrisch geordneten Pünktchen in der Farbe der Injectionsmasse besäet; der Axe der Pyramidenfortsätze parallel geführte Durchschnitte bieten dem unbewaffneten Auge eine in der Nähe der Oberfläche strahlige Zeichnung dar, indem senkrecht gegen die Oberfläche gerichtete Streifen reichlich injicirter Substanz von $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mm. Durchmesser mit spärlich injicirten Streifen wechseln; jene entsprechen in der Regel den Pyramidenfortsätzen, diese der eigentlichen Rindensubstanz; doch kann sich bei sehr vollständigen Injectionen das Verhältniss umkehren und es können stellenweise die gewundenen Kanälchen dichter liegen, als die in den Pyramidenfortsätzen gestreckt verlaufenden. Die Kapseln der Glomeruli füllen sich auf diesem Wege nicht; auch bleibt der grösste Theil der geraden und gewundenen Rindenkanälchen von der Injectionsmasse unberührt und eben die vom Ureter aus nicht injicirbaren gewundenen Kanälchen sind es, welche einerseits mit den Kapseln der Glomeruli, andrerseits mit den schleifenförmigen Kanälchen der Marksubstanz in offener Verbindung stehn.

Nach einer allgemein und mit Recht in den experimentirenden Naturwissenschaften gültigen Maxime würde meine negative Behauptung, dass die Kapseln der Glomeruli vom Ureter aus nicht injicirbar seien, wenig ins Gewicht fallen gegen die Angaben von Toynbee [1]) und Gerlach [2]), welche den Uebertritt der Injectionsmasse aus den Harnkanälchen in die Kapseln der Glomeruli positiv nachgewiesen haben wollen. Indessen stimmt Toynbee's Schilderung näher betrachtet, bis auf Einen Punkt, über den man sich leicht täuschen kann, mit der meinigen überein. Die Beschreibung, die er von den Verästelungen und Anastomosen der Harnkanälchen in der Rindensubstanz giebt, beweist, dass er die Injectionsmasse in denselben Kanälchen, wie ich, gesehn hat und was die Kapseln der Glomeruli betrifft, so hält er sie nicht für die angeschwollenen Enden der Harnkanälchen, sondern für Blasen, in welchen die Glomeruli eingeschlossen seien und durch welche in geschlängeltem Verlauf die Harnkanälchen hindurchtreten. Es mag sein, dass er, wie dies auch mir begegnete, ein injicirtes Kanälchen über oder unter dem Glomerulus

1) Medico-chirurgical transact. Vol. XXIX. 1846. p. 303.

2) Müller's Archiv 1845. p. 378. Gewebelehre. 2te Aufl. p. 353.

vorüberziehn sah. Gerlach glaubt Bowman's Beschreibungen dahin berichtigen zu müssen, dass die Kapseln der Glomeruli nicht die blinden Enden der Harnkanälchen seien, sondern mit einem kurzen Hals, wie Divertikel, an Schlingen der Harnkanälchen sitzen. Es ist danach sehr wahrscheinlich, dass Gerlach dieselben netzförmigen Kanälchen der Rinde, wie wir, injicirt, sich aber über die Verbindung der Kapseln der Glomeruli mit diesen Kanälchen dadurch getäuscht habe, dass etwa die Masse durch Riss in eine, dicht an den Schlingen liegende Kapsel übergegangen war. Noch andere Täuschungen sind möglich: durch Vermittelung der Blutgefässcapillarien, die sich oft ohne merkliches Extravasat von den Harnkanälchen aus anfüllen, kann die Masse in die Glomeruli und von den Glomeruli in deren Kapseln austreten. Auch habe ich nicht selten die injicirbaren Rindenkanälchen zu Knäueln aufgewunden gesehn [1]), welche wohl mit Glomeruli oder injicirten Kapseln derselben verwechselt werden konnten. Indessen darf auch ich mich auf *positive* Gründe berufen, um zu beweisen, dass unsere Injectionen alle die Theile der Rinde, die vom Ureter aus injicirbar sind, wirklich erreicht haben. Die Kanälchen nämlich, in welche die Masse eingedrungen war, zeigten sämmtlich eine von den nicht injicirten abweichende Form ihres Epithelium, und so diente die Injection dazu, zwei Arten von Rindenkanälchen näher kennen zu lehren, deren Unterschied übrigens schon vor Anwendung jenes Hülfsmittels aufgefallen war.

An feinen Durchschnitten der Rindensubstanz, die der Oberfläche parallel und senkrecht gegen die Axe der Pyramidenfortsätze geführt sind, erscheinen die Kanälchen der letzteren im Querschnitt, die Kanälchen der eigentlichen Rindensubstanz theils im Quer- theils im Längsschnitt. Zwischen ihnen eingeschaltet liegen die Kapseln der Glomeruli. War die Niere vom Ureter aus glücklich injicirt, so liegen injicirte und nicht injicirte Kanälchen meist gruppenweise nebeneinander [2]). Die injicirten sind von der Masse nicht vollständig erfüllt; dieselbe hat sich, wie dies bei Präparaten, die in Weingeist erhärtet worden, gewöhnlich der Fall ist, von den Wänden etwas zurückgezogen und adhärirt denselben durch einzelne Fäden. Die Wand aber hat auf

1) Taf. III. fig. 28 *A*.
2) Taf. III. fig. 25. 26.

Querschnitten die Form eines schmalen Ringes, der an Kanälchen von geringem Kaliber eher etwas breiter ist, als an den grössten. Während der Durchmesser der injicirten Kanälchen beim Schwein zwischen 0,03 und 0,1 mm. variirt, beträgt die Dicke der Wand der grössten kaum 0,005. Den äussern, nur linearen Kontur der Wand bildet die Basalmembran; die Breite des Rings entspricht der Mächtigkeit eines hellen und dünnen Pflasterepithelium, in welchem sich hier und da die Kerne deutlich unterscheiden lassen. In diese Form hat sich das Cylinderepithelium der offenen Kanälchen umgewandelt, indem die Zellen desselben, auf dem Wege zur Rinde, ohne an Breite zu gewinnen, successiv niedriger geworden sind.

Gegen diese Kanälchen mit ihrem grossen, von einem schmalen Saum umfassten Lumen stechen nun die nicht injicirten bedeutend dadurch ab, dass sie ganz oder fast ganz von einer feinkörnigen Masse ausgefüllt sind, die sich ebenfalls hier und da von der durch die Basalmembran gebildeten Wand zurückgezogen hat, minder deutlich eine Sonderung in einzelne Zellen erkennen lässt und die Kerne, die sie in regelmässiger Anordnung enthält, fast vollständig verhüllt [1]).

Die Injectionsmasse hatte alle Kanälchen mit dünnem Epithelium und verhältnissmässig weitem Lumen erfüllt, dagegen war sie in die Kanälchen mit mächtigem, körnigem Epithelium und engem oder verwischtem Lumen nicht eingedrungen. Diese Thatsache durfte zunächst nicht als Beweis für die Existenz zweier, von einander gesonderter Arten von Kanälchen gelten. Näher

1) Zweierlei Rindenkanälchen, die Einen von körniger, die Kerne verdeckender Masse erfüllt, die andern hell, mit deutlich sichtbaren Kernen, habe ich bereits im J. 1844 (Zeitschrift für rat. Med. a. a. O.) bei Gelegenheit der Untersuchung brightisch erkrankter Nieren unterschieden. Mandl (Anatomie microscopique. Livr. XVIII. 1847) und v. Patruban (Prager Vierteljahrsschrift 1847. Bd. III. p. 87) beschrieben ebenfalls kenntlich genug die beiden Formen von Kanälchen der Rinde, von welchen die Einen ein Cylinderepithelium, die andern einen körnigen Inhalt haben; doch lässt Mandl, indem er den Befund an Froschnieren auf die Niere der Säugethiere überträgt, irrthümlicher Weise die von Cylinderepithelium ausgekleideten Kanälchen aus den Kapseln der Glomeruli hervorgehn, indess v. Patruban diese Kapseln richtig mit den *körnigen* Kanälchen in Verbindung bringt.

lag es anzunehmen, dass die Einen Fortsetzungen oder Zweige der andern seien, dass die Masse so weit vorgedrungen sei, als das Lumen der Kanälchen es gestattete und dass sie an den Stellen, wo das mächtige Epithelium begann, Halt gemacht habe.

Aber mit der Verschiedenheit des Epitheliums treffen andre Structurverschiedenheiten zusammen. Macerirt man die injicirte Rinde der Niere in Salzsäure, bis sie in ihre Elemente zerfällt und es thunlich wird, einzelne Kanälchen zu entwirren und auf längere Strecken zu verfolgen, so gewahrt man zunächst wieder die durch Epithelium und Inhalt bedingten Unterschiede; die injicirten sind, wo die Masse sie nicht vollkommen ausdehnt, platt, bandartig mit jederseits doppeltem Contur, die uninjicirten cylindrisch, gleichmässig körnig. Zugleich aber haben die uninjicirten Kanälchen meist engere Windungen und an den Umbeugungswinkeln nur seichte Ausbuchtungen [1]), indess die injicirten häufig mit kugligen, an der Basis eingeschnürten Anhängen [2]) besetzt sind. Ferner sind unter den Fragmenten der injicirten Kanälchen viele gablig und mehrfach verästelte [3]), während die uninjicirten, so weit man sie verfolgen mag, niemals eine Theilung zeigen. Endlich sieht man bei vorsichtiger Behandlung des Präparats nicht selten die uninjicirten, niemals aber die injicirten Kanälchen in die Kapsel eines Glomerulus sich erweitern [4]). Die von dem mächtigen, körnigen Epithelium ausgekleideten Kanäle hängen also mit der Kapsel des Glomerulus zusammen; die Kanäle mit hellem, dünnem Epithelium enden nicht anders, als ineinander und so bestätigt die Zerlegung der Rindensubstanz das Urtheil, das wir uns nach der Betrachtung des Verlaufs der injicirten Kanälchen in der unversehrten Rindensubstanz gebildet haben. Wären die körnigen Kanälchen Fortsetzungen der hellen, so müsste ich an den isolirten Bruchstücken doch irgend einmal den Uebergang der Einen Form in die andere, ich müsste Stellen, an welchen Injectionsmasse und körniger Inhalt aneinander grenzten, beobachtet haben.

Nicht immer ist der Contrast zwischen beiden Arten von Rindenkanälchen

1) Taf. III. fig. 27. *B*.
2) Taf. III. fig. 27. *D*.
3) Taf. III. fig. 27. *C*.
4) Taf. III. fig. 27. *A*.

so gross, als in der Niere des Schweins. Sehr nah steht die Niere des Pferdes, Kaninchen und Schafs, doch wird hier das Epithelium der hellen Kanälchen nie so niedrig, als beim Schwein und die körnigen Kanälchen waren wenigstens an den Exemplaren, die ich untersuchte, nirgends von dem Epithelium ganz ausgefüllt. Indem die Mächtigkeit des Epithelium der hellen Kanälchen wächst, die Mächtigkeit des Epithelium der körnigen relativ abnimmt, reducirt sich zuletzt der Unterschied beider auf die Helligkeit, die deutlichen Grenzen der Zellen und die auffallenden Kerne der Einen, auf das dunkle und körnige Epithelium mit verwischten Grenzen der Zellen und versteckten Kernen der andern Art. So sah ich es Einmal unter mehreren Fällen beim Hunde, in den meisten Fällen beim Menschen [1]. Die Verschiedenheit springt nicht in die Augen, aber sie erhält Bedeutung durch ihre Beständigkeit und durch Vergleichung mit den weiter auseinander liegenden Gegensätzen in andern Nieren derselben und in Nieren andrer Species.

Den zweierlei Kanälchen des Marks, deren Sonderung durch die Verschiedenheit des Kalibers, des Verlaufs, des Epithelium und des Inhalts sich rechtfertigt, entsprechen also zweierlei Kanälchen der Rindensubstanz, die hellen, netzförmig verbundenen den offenen, die körnigen, blind in Kapseln der Glomeruli endigenden den schleifenförmigen. Der Uebergang der offenen Kanälchen des Marks in die netzförmigen der Rinde ist Schritt für Schritt durch die Injection nachgewiesen; die Annahme des Zusammenhangs der schleifenförmigen Kanälchen des Marks mit den blinden der Rinde ruht nicht auf so zwingenden Beweisen, doch spricht für denselben die Gleichartigkeit des Epithelium und auch in so weit die Beobachtung, dass ich wenigstens einigemal mit völliger Bestimmtheit feine Kanälchen des Marks in die Rinde eintreten und Schlängelungen beginnen sah. Warum der Versuch, die Kanälchen vom Mark in die Rinde zu verfolgen, so selten glückt, habe ich oben angegeben. Ueberzeugendere Präparate dachte ich nach der Methode herstellen zu können, welche Hyrtl [2] zur Injection der Kapseln der Glomeruli empfiehlt. Ich injicirte faulende Nieren durch die Arterien in der Erwartung, dass die Masse

---

1) Taf. II. fig. 15.

2) Handbuch der prakt. Zergliederungskunst. Wien 1860. p. 314.

aus Rissen der Glomeruli in die Kapseln übergehn und von da aus in die körnigen Kanälchen der Rinde und die mit ihnen zusammenhängenden Kanälchen des Marks vordringen werde. Aber die Zerreissungen bleiben in diesem Falle nicht auf die Kapseln der Glomeruli beschränkt und entstehn nicht immer zuerst in diesen. Die Masse kam mitunter aus den Mündungen der Papillen zurück, ohne durch irgend welche Kanälchen der Rindensubstanz hindurchgegangen zu sein. Ja Einmal hatten sich die Kapseln der Glomeruli und stellenweise die hellen Rindenkanälchen, die in diesem Falle ein sehr weites Lumen hatten, mit Masse gefüllt, während die vom körnigen Epithelium erfüllten Rindenkanälchen leer geblieben waren. Man sieht, die in Freiheit gesetzte Masse weicht dahin aus, wo Raum ist, ohne bestimmten Bahnen zu folgen.

Um die Ergebnisse vorstehender Untersuchungen kurz zusammenzufassen, so erscheint danach die Niere des Menschen und der Säugethiere als eine Drüse welche zwei in einander eingeschaltete Systeme von Röhren enthält. Die Einen bilden in der Rinde der Niere ein Netz, welches am reichlichsten in der Nähe der Oberfläche ist, sich aber auch gegen die Marksubstanz hinabzieht und seinen Abfluss hat durch eine Anzahl von Aesten, die gestreckten Laufs aus den Pyramidenfortsätzen in die Marksubstanz übergehn, in der letztern früher oder später je zwei und zwei unter spitzen Winkeln zu stärkern Aesten und endlich zu einer Anzahl von Stämmchen zusammenmünden und mittelst dieser auf den Papillen und Kämmen der Marksubstanz sich öffnen. Die Röhren des zweiten Systems beginnen in der Rinde blind mit blasenförmigen Auftreibungen, welche die Glomeruli umschliessen. Sie füllen mit zahlreichen Windungen die Maschen des Netzes des ersten Röhrensystems aus und senken sich dann in geradem Verlauf, den geraden Zweigen des ersten Röhrensystems parallel und zwischen denselben, in die Marksubstanz herab, um höher oder tiefer je zwei und zwei schlingenförmig in einander umzubiegen. Die Schlingen sind Festons, welche je zwei Kapseln verbinden, indem sie in anfangs gewundenem, dann einfach bogenförmigem Verlauf bis in die Marksubstanz hinabhängen. Das netzförmige Röhrensystem besitzt in allen seinen

Theilen helle deutlich gesonderte Epithelzellen, deren Höhe von der Rinde gegen die Papille allmälig zunimmt; die blinden Röhren sind vom Ursprung an von einem mächtigen, körnigen, nicht deutlich in Zellen abgetheilten Epithelium bekleidet, welches nur so weit, als die Schleifen im untern Theil der Pyramide enthalten sind, einem hellen, platten Pflasterepithelium Platz macht.

Es liegt nahe, den beiderlei Kanalsystemen verschiedene Function zuzuschreiben und wenn man die physiologischen Verhandlungen über die Harnsecretion überblickt, so könnte man behaupten, die Physiologie müsste die Entdeckung von zweierlei Absonderungsorganen, die zur Harnbereitung zusammenwirken, als eine Lösung mancher Räthsel willkommen heissen. Den offenen Kanälchen und dem Netz, mit dem sie beginnen, müsste man die Secretion der wesentlichen Harnbestandtheile zuschreiben; dafür zeugt, dass sie der Sitz des Harnsäure-Infarctes sind. Die blinden Kanälchen müsste ich für die Wasser-Absonderungsorgane halten; von ihnen würde gelten, was Bowman von den Harnkanälchen im Allgemeinen annimmt, dass sie von den Glomeruli aus mit Blutserum gefüllt werden, dessen eiweissartige Stoffe von dem Epithelium successiv wieder aufgenommen werden. Steht zu dieser Eiweissaufnahme die körnige Beschaffenheit des Epithelium in irgend einer Beziehung, so ist begreiflich, dass sie sich, ohne Rücksicht auf die Regionen der individuellen Kanäle, in den am weitesten von den Glomeruli entfernten Theilen der Niere verliert, zu welchen das ergossene Blutserum nur in erschöpftem Zustande gelangt. Auch die specifischen Infarcte dieser Schleifen, mögen sie nun mit Recht oder Unrecht Faserstoffcylinder genannt werden, deuten jedenfalls eher auf einen Gehalt an Blutplasma, als an eigentlichen Harnbestandtheilen.

Zwei Bedenken stehn unserer physiologischen Hypothese entgegen: Erstens die durch die Erfahrungen von Bowman, Gerlach u. A. verbürgte Thatsache, dass bei den niedern Wirbelthieren, insbesondere beim Frosch, die Kapseln der Glomeruli vom Ureter aus injicirt werden können, und zweitens die Existenz der Glomeruli auch bei den Thieren (Vögeln, Eidechsen, Schlangen), deren Urin fest oder breiartig ist. Zunächst sehe ich indess in diesen Widersprüchen nur eine Aufforderung, die Nieren der übrigen Wirbelthiere einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen. Es ist wohl denkbar, dass die Nieren tiefer stehender Thierklassen nach einem andern,

einfachern Princip gebaut, dass Functionen bei ihnen in Einem Organ vereinigt sind, an deren Ausübung bei Säugethieren verschiedene Gebilde sich betheiligen. Zweierlei Arten von Rindenkanälchen finden sich auch in den Nieren des Frosches, die Einen hell mit pflasterförmigen Zellen, die andern feinkörnig, wie von einem feinen Filz erfüllt; aber die Zerlegung der Froschniere durch Salzsäure zeigt, dass diese beiderlei Kanälchen zusammenhängen, so zwar, dass die Einen in die andern sich durch Vermittlung eines kurzen, engern, von dünnem Pflasterepithelium ausgekleideten Rohrs gerade fortsetzen. So folgen hier vielleicht physiologisch differente Abtheilungen *nach*einander, die bei höhern Thieren selbständig nebeneinander liegen. Ich bedaure, dass Verpflichtungen, die ich mit meinem anatomischen Handbuche übernommen habe, mir verbieten, den interessanten Gegenstand nach seiner vergleichend-, so wie nach seiner pathologisch-anatomischen Seite weiter zu verfolgen.

Eine unerwartete Unterstützung erhält durch die zusammengesetzte Structur der Niere die Ansicht über die Structur der Leber und über die Bedeutung ihrer Elemente, die ich in meinem Handbuche und ausführlicher in den Gött. Nachr. 1861. Nr. 20 vorgetragen habe. Bezüglich der Leber glaubte ich ein noch ungelöstes anatomisches Problem dadurch aufklären zu können, dass ich die Gallengänge mit den sogenannten Gallengangsdrüsen und die Leberzellen je als Theile zweier in einander geschobener Drüsen betrachtete. Eine derartig gepaarte Drüse war bis dahin ohne Analogie. Jetzt gesellt sich als Beispiel eines ähnlichen Verhaltens ein Organ hinzu, das immer als Muster eines einfachen, durchsichtigen Drüsenbau's gegolten hat.

Auf eigentlich histologische Fragen hatte ich bei den im Vorangehenden mitgetheilten Untersuchungen nicht einzugehn; doch benütze ich die Gelegenheit, um das Resultat meiner Beobachtungen über die Faserzellen mitzutheilen, die als ein Bestandtheil des Stroma der Nieren vielfach besprochen worden sind. Als solche wurden sie zuerst aus gesunden und kranken Nieren von mir beschrieben [1]) und von Virchow [2]) und Frerichs [3]) bestätigt. Ich hielt sie für

1) Ztschr. für rationelle Medicin. a. a. O. Handbuch der rationellen Pathologie. Bd. II. Abth. 1. p. 303.
2) Dessen Archiv. Bd. III. p. 247.
3) Die Bright'sche Nierenkrankheit. Braunschw. 1851. p. 14.

eine Art von interstitiellem Bindegewebe, hob aber ihre Aehnlichkeit mit den Elementen des organischen Muskelgewebes hervor, Virchow erklärte sie geradezu für Muskelfaserzellen; Frerichs liess ihre Herkunft unbestimmt. Kölliker [1]) scheint auf diese Elemente hinzudeuten, wenn er von nicht isolirbaren spindelförmigen Bildungszellen elastischer Fasern im Stroma der Niere spricht; dass glatte Muskelfasern in der Niere vorkommen, bestreitet er. Beale [2]) erklärt sich gegen das Vorkommen von Faserzellen im Stroma der Nierensubstanz und meint, dass der Anschein der Faserung durch Faltung der Wände der Gefässe und Nierenkanälchen entstehe und mit der Anfüllung dieser Gänge schwinde. Ich halte Virchow's Ansicht in so fern für richtig, als die Faserzellen, wie nach ihrer Form, so auch nach ihrer Bedeutung organische Muskelfasern sind; sie gehören aber nicht dem Stroma, sondern den Gefässen der Nierensubstanz an. Man wird sich davon leicht überzeugen, wenn man feine, dem Laufe der Harnkanälchen parallele Durchschnitte injicirter Marksubstanz untersucht. Am Rande solcher Schnitte ragen unregelmässig hier Gefässe, durch die Injection kenntlich, dort Harnkanälchen hervor: die Faserzellen begleiten die Gefässe, und zwar vorzugsweise die den Harnkanälchen parallelen; sie umgeben diese Gefässe scheidenartig und longitudinal verlaufend, in einfacher oder mehrfacher Schichte; längs dem Rande der Gefässe sehn sie wie streifige Bündel, von der Fläche betrachtet, wenn sie über das Gefäss vorspringen, wie helle Membranen mit länglichen Kernen aus. Im frischen Zustand haften sie fest aneinander, bei beginnender Fäulniss trennen sie sich leicht. Sie können eine Länge von 0,2 mm. erreichen. Stärkere Gefässstämme weichen in ihrer Structur von den entsprechenden Gefässen anderer Organe nicht ab, besitzen also auch, namentlich die arteriellen, ringförmig angeordnete Muskelfaserzellen.

Es giebt noch eine andere Anhäufung von Muskelfasern in der Niere des Menschen, eine über 0,1 mm. mächtige ringförmige Schichte, die regelmässig an der Basis einer jeden Papille über der Stelle liegt, wo die Schleimhaut vom Nierenkelch auf die Papille sich umschlägt. Sie ist eine directe Fortsetzung der Ringfaserhaut des Ureters und in letzter Instanz des

---

1) Mikroskop. Anatomie. Bd. II. Abth. 2. p. 364.

2) Archives of medicine. Nr. III. p. 225.

Nierenkelchs. Von den beiden Muskelschichten dieses Ganges liegt, wie ich in meiner allg. Anatomie es beschrieben und den Angaben Kölliker's entgegen immer noch behaupten muss, die Längsfaserschichte innen, der Schleimhaut zunächst, die Ringfaserschichte aussen. Die erstere endet zugeschärft noch vor der Insertion des Nierenkelchs an die Papille; die Ringfaserschichte erhält sich eine Strecke weit jenseits dieser Insertion. Ihre Zusammenziehung kann nicht anders als fördernd auf die Entleerung der weiten, in der Papille enthaltenen Kanälchen wirken.

Die Basalmembran der Harnkanälchen wird structurlos genannt und ist es auch in der Regel. Indess ist manchmal schon eine feine Streifung derselben aufgefallen, von der man es unentschieden lässt, ob sie der Ausdruck von Fasern oder Falten sei. Sie rührt in der That von Fasern und zwar von sehr feinen und dichten parallelen Ringfasern her, die in der Dicke der Wand, jedoch der innern Oberfläche näher, verlaufen. Am Rande der Kanälchen, wo sich die Fasern, von der obern auf die untere Fläche übergehend, im scheinbaren Querschnitt zeigen, stellen sie je eine Reihe feiner Pünktchen innerhalb des blassen äussern Conturs der Kanälchen dar. Die Textur ist ganz ähnlich der Textur der innersten Membran des Haarbalgs, die man in meiner Eingeweidelehre p. 17 beschrieben findet.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. I.

Fig. 1. Durchschnitt der Papille einer vom Ureter aus injicirten menschlichen Niere, dem Laufe der Harnkanälchen parallel. 10malige Vergrösserung.

Fig. 2. Durchschnitt der Nierenpapille des Menschen, näher der Basis, senkrecht gegen die Längsaxe. *a* Querschnitt, *a'* Längsschnitt offener Harnkanälchen. *b* Querschnitt schleifenförmiger Harnkanälchen. Vergr. 20 Mal.

Fig. 3. Querschnitt der Nierenpapille des Menschen, nahe der Spitze. *a.* Querschnitt eines offenen Harnkanälchen. *bb* Querschnitte schleifenförmiger Harnkanälchen mit hellem Epithelium. *c* Capillargefäss. Vergr. 200 Mal.

Fig. 4. Querschnitt der Nierenpapille des Menschen, näher der Basis. *a* Querschnitt eines offenen Harnkanälchen. *b* Querschnitt eines schleifenförmigen Harnkanälchen mit hellem Epithelium. *b'b'* Querschnitte schleifenförmiger Kanälchen mit körnigem Epithelium. Vergr. 200 Mal.

Fig. 5. Querschnitt einer von der Arterie aus injicirten Nierenpyramide des Menschen, nahe der Rindensubstanz. *a* Querschnitt eines offenen, *b* eines schleifenförmigen Kanälchen, *c* eines injicirten, *c'* eines von Blutkörperchen erfüllten Gefässes. Vergr. 400 Mal.

Fig. 6. Querschnitt der Nierenpapille eines Neugebornen. *a* Offenes Kanälchen, von Harnsäure erfüllt. *b* Querschnitt eines schleifenförmigen Kanälchen. Vergr. 200 Mal.

Fig. 7. Querschnitt der Nierenpapille; das Epithelium durch Eintauchen in Kalilösung und Auswaschen entfernt. *a* Offenes, *b* schleifenförmiges Kanälchen im Querschnitt. * Längsschnitt eines schleifenförmigen Kanälchen. Vergr. 200 Mal.

Fig. 8. Längsschnitt durch die Marksubstanz einer menschlichen, vom Ureter aus injicirten Niere. *a* Offenes, *b* schleifenförmiges Kanälchen. * Umbeugungsschlinge eines schleifenförmigen Kanälchen. Vergr. 100 Mal.

Fig. 9. Längsschnitt einer menschlichen Nierenpapille, deren schleifenförmige Kanälchen durch feinkörnige Fettablagerung sich auszeichnen, nach Behandlung mit dünner Kalilauge und Auswaschen in Wasser. Vergr. 50 Mal.

Taf. II.

Fig. 10. Längsschnitt der Spitze einer menschlichen Nierenpapille, in Salzsäure macerirt. Das Stroma erweicht, die offenen Kanälchen geschwunden. Vergr. 100 Mal.

Fig. 11. Längsschnitt aus der Marksubstanz einer menschlichen Niere, in Salzsäure macerirt. Offene Kanälchen und Stroma geschwunden. Vergr. 50 Mal.

Fig. 12. Fragment eines Längsschnittes der Marksubstanz einer in chromsaurer Kalilösung aufbewahrten menschlichen Niere. Die über den Rand vorragenden schleifenförmigen Kanälchen enthalten innerhalb der Basalmembran theils helles, theils körniges Pflasterepithelium. Vergr. 200 Mal.

Fig. 13. Im Zusammenhang ausgetretenes Epithelium derselben Kanälchen. *A* helles, *B* körniges Pflasterepithelium. *C* Uebergang des körnigen in helles Epithelium. Vergr. 300 Mal.

Fig. 14. Querschnitt aus der Papille einer in chromsaurer Kalilösung aufbewahrten Niere. Das Stroma mit Kernen durchsäet. *aa* Offene Kanälchen, nach Verlust des Epithelium. *b* Schleifenförmiges Kanälchen. *c* Blutgefäss. Vergr. 200 Mal.

Fig. 15. Schnitt aus der Rinde einer in chromsaurer Kalilösung aufbewahrten menschlichen Niere. Kanälchen in Quer- und Längsschnitt *a* mit hellem Epithelium, Fortsetzungen der offenen, *b* mit körnigem Epithelium, Fortsetzungen der schleifenförmigen. *c* Blutgefäss. Vergr. 200 Mal.

Fig. 16. Querschnitt aus der Papille einer menschlichen Niere. *a* Offenes Kanälchen, ohne Epithelium, *b* schleifenförmiges Kanälchen. ** schleifenförmige Kanälchen mit gallertartigem Infarct.

Fig. 17. Dickendurchschnitt der Rindensubstanz einer Kinderniere. *A* Pyramidenfortsatz. *B* Eigentliche Rindensubstanz. *C* Glomerulus. *D* Durchschnitt eines arteriellen Astes. Vergr. 60 Mal.

Fig. 18. Flächendurchschnitt der Rindensubstanz derselben Niere. Bezeichnung und Vergrösserung wie Fig. 17.

Taf. III.

Fig. 19. Querschnitt der Papille einer vom Ureter aus injicirten Pferdeniere. *a* Offenes Kanälchen, *b* schleifenförmiges Kanälchen, *c* Blutgefäss. Vergr. 200 Mal.

Fig. 20. Querschnitt der Pyramide aus derselben Niere, näher der Rindensubstanz, *a* Offenes, *b* schleifenförmiges Harnkanälchen. Vergr. wie Fig. 19.

Fig. 21. Querschnitt der Grenzschichte der Marksubstanz einer Pferdeniere, welche vom Ureter mit blauer, von der Arterie mit gelber Masse injicirt worden war. *a* Offenes, *b* schleifenförmiges Kanälchen, *c* Gefässbüschel im Querschnitt. Vergr. 25 Mal.

Fig. 22. Dasselbe Präparat, 100 Mal vergrössert.

Fig. 23. Dickendurchschnitt des der Kapsel nächsten Theils der Rindensubstanz von einer durch den Ureter injicirten Pferdeniere. *a* Offene Kanälchen, *b* schleifenförmige, in welche die Masse nicht eindringt. * Glomerulus. Vergr. 10 Mal.

Fig. 24. Das gleiche Präparat bei gleicher Vergrösserung vom Schwein.

Fig. 25. Flächenschnitt der Rinde einer vom Ureter aus injicirten Schweinsniere. *a* Offene, *b* schleifenförmige Kanälchen, * Glomerulus. Vergr. 50 Mal.

Fig. 26. Dasselbe Präparat, 200 Mal vergrössert. *a* Offene Kanälchen, in welchen die Injectionsmasse durch die Aufbewahrung in Alkohol geschrumpft ist, *b* schleifenförmiges Kanälchen, *c* Blutgefäss.

Fig. 27. Mittelst Salzsäure isolirte Kanälchen aus der Rindensubstanz einer vom Ureter aus injicirten Schweinsniere. *A* Kanälchen, welches keine Masse aufgenommen hatte, im Zusammenhang mit der herzförmigen Kapsel des Glomerulus, *a* Vas afferens, *b* Vas efferens des Glomerulus. *B* Knäuelförmig gewundenes, nicht injicirbares Rindenkanälchen. *C*, *D* injicirte Rindenkanälchen, die Masse im Alkohol contrahirt. Vergr. 100 Mal.

Fig. 28. *A* Stark knäuelförmig gewundenes, injicirtes Harnkanälchen und *B* isolirter Glomerulus aus der vom Ureter aus injicirten, in Salzsäure macerirten Schweinsniere. Vergr. 100 Mal.

Fig. 29. Querschnitt der Papille einer von der Arterie aus injicirten Kaninchenniere. *a* Offenes, *b* schleifenförmiges Harnkanälchen. *c* injicirte, *c'* bluterfüllte Gefässe. Vergr. 200 Mal.

Fig. 30. Längsschnitt der Marksubstanz, nahe der Rinde, aus der Niere des Kaninchen, in Salzsäure macerirt. Vergr. 200 Mal.

Taf. I.

1

2

3

4

9

5

8

6

7

Taf. II.

10

11

12

13

A B C

14

15

16

17

18

Taf. III.

19

20

21

22

23

29

30

24

25

26

27 A

27 B

27 C

27 D

28

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN
ZU GÖTTINGEN.

ZEHNTER BAND.

Zur Galvanometrie

von

Wilhelm Weber.

Der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften am 4ten Jan. 1862 vorgelegt.

Bei den sich immer weiter ausdehnenden technischen Anwendungen des Galvanismus sind, um mannichfaltigen dadurch hervorgerufenen Bedürfnissen zu genügen, schon verschiedene Vorschläge zur Einführung *galvanischer Widerstandsmaasse* (Etalons oder Standards) gemacht worden, und es dürfte den von Sachverständigen darauf gerichteten ernstlichen Bestrebungen wohl gelingen, die jenem Zwecke in weitestem Umfange und vollkommenster Weise entsprechenden Maassregeln nicht blos ausfindig zu machen und allseitig fest zu begründen, sondern sie auch zu baldiger praktisch erfolgreicher Ausführung zu bringen.

Alle zu chemischen Analysen, galvanoplastischen, telegraphischen und anderen technischen Zwecken gebrauchten *galvanischen Säulen* sind, wenn sie auch constant genannt werden, fortwährend kleineren und oft auch grösseren Aenderungen unterworfen, die man näher kennen lernen muss, um sie zu beherrschen. Wenn aber auch diese Säulen ganz unveränderlich wären, würden doch ihre *Wirkungen* bald grösser bald kleiner sein, nach Verschiedenheit der Anwendungen, die von ihnen gemacht werden. Diese *Wirkungen* zu beherrschen fordert daher nicht bloss eine Kenntniss der Säule selbst, sondern auch aller Körper, durch welche der Strom der Säule gehen soll, und zwar die Kenntniss ihres *Widerstands.* Darum sind die *Widerstands-Messungen* für alle praktischen Anwendungen unentbehrlich geworden, insbesondre für die Construction und Prüfung elektrischer Telegraphen, zumal bei ihrer wachsenden Ausdehnung und Verwickelung der Verhältnisse.

Zu den Widerstandsmessungen ist aber ein *Widerstandsmaass* erforderlich. Ohne Messung mit solchem Maasse können zwar die Körper, durch welche der Strom geführt werden soll, in verschiedener Weise beschrieben werden; nach einer mit solchem Maasse gemachten Messung aber genügt schon *eine einzige Zahl*, um alles Wesentliche vollständiger und genauer auszudrücken, als durch alle Beschreibungen möglich ist. Denn es treten oft durch die Widerstandsmessungen Verschiedenheiten und Aenderungen der Körper hervor, welche auch aus ihrer genauesten Beschreibung nicht erkannt werden können.

Im Grunde ist ein solches *Maass* auch schon frühzeitig in Anwendung gebracht worden, indem man die verschiedenen Körper, durch welche Ströme geleitet werden sollten, mit Kupferdrähten verglich, deren Länge und Querschnitt gemessen wurden. Es leuchtet nämlich ein, dass dabei, wenn auch nur stillschweigend, der Widerstand eines Kupferdrahts von einer dem Längenmaasse gleichen Länge und von einem dem Flächenmaasse gleichen Querschnitt als *Widerstandsmaass* zum Grunde lag. Doch ist die ausdrückliche Feststellung eines bestimmten Widerstandsmaasses zuerst von Jacobi in Petersburg im Jahre 1846 zur Sprache gebracht worden.

Jacobi sagt darüber: „Nicht minder wichtig, als die Absolutheit der Strommessungen, ist es, dass die Physiker die Grösse der Leitungswiderstände durch eine gemeinschaftliche Einheit ausdrücken. Hier aber kann keine absolute Bestimmung Statt finden, weil es scheint, dass bei den Widerständen auch der chemisch reinsten Metalle Unterschiede Statt finden, welche durch eine Verschiedenheit der Dimensionen allein nicht erklärt werden können. — Alle diese Schwierigkeiten nun werden gehoben, wenn man einen beliebig gewählten Kupfer- oder andern Draht bei den Physikern umher wandern lässt und diese bittet, ihre Widerstandsmessinstrumente darauf zu beziehen und ihre Messungen künftig nur nach diesem Maasse anzugeben.“ Von einem solchen von Jacobi gewählten *Widerstands-Etalon* (einem Kupferdrahte von 25 Englischen Fuss Länge und $22337\frac{1}{2}$ Milligramm Gewicht) sind wirklich eine Menge von Copien gemacht und zu Widerstandsmessungen benutzt worden. Sei es aber, dass auf die Anfertigung nicht die nöthige Sorgfalt verwendet worden, oder sei es, dass solche Widerstands-Etalons mit der Zeit Veränderungen er-

leiden, es haben sich zwischen diesen Copien später sehr bedeutende Differenzen herausgestellt.

Daher hat Siemens in Berlin im Jahre 1860, mit besonderer Berücksichtigung der immer dringender werdenden Bedürfnisse der technischen Physik, ein allen Anforderungen genügendes, von Jedermann mit Leichtigkeit und in der nöthigen Genauigkeit darstellbares *neues Widerstandsmaas* aufzustellen versucht, was auf Benutzung des Widerstands des *Quecksilbers* beruht, als desjenigen Metalls, welches überall mit grosser Leichtigkeit in ausreichender, fast vollkommener Reinheit zu beziehen oder herzustellen ist, und, so lange es flüssig ist, keine andere seine Leitungsfähigkeit modificirende Molecular-Beschaffenheit annimmt, auch in seinem Widerstande von Temperaturänderungen weniger abhängig ist als andere Metalle, und endlich durch die Grösse seines specifischen Widerstandes besondere Bequemlichkeit für die Anwendung bietet.

Mit der Aufstellung dieses neuen *Widerstandsmaasses* hat Siemens zugleich auch die Darstellung von *Widerstandsskalen*, als nothwendigen und unentbehrlichen Vermittlern zwischen dem Maasse und den zu messenden Gegenständen, verbunden und hat dieselben in solcher Ausdehnung und Vollkommenheit construirt, dass mit der grössten Leichtigkeit und Genauigkeit alle Widerstände gebildet werden können, welche nach seinem Maasse durch ganze Zahlen von 1 bis 10000 ausdrückbar sind.

Endlich wird gegenwärtig auch in England die Aufstellung eines bestimmten Widerstandsmaasses beabsichtigt und man hofft die allgemeine Verbreitung und Anwendung, so wie alle dadurch erreichbaren wissenschaftlichen und technischen Zwecke, durch Begründung einer Anstalt unter dem vereinten Schutze der British Association und der Royal Society sicher zu stellen, von welcher jeder Experimentator in der ganzen Welt auf sein Verlangen mit einem *Widerstands-Standard* versehen werden soll, welcher nicht blos für eine genau bestimmte Temperatur gilt, sondern auch mit einer Angabe seiner Variation für eine bestimmte Temperaturänderung versehen, und dessen *galvanische Bedeutung endlich durch eine genaue Angabe der Kraft, welche erforderlich ist, um einen bestimmten Strom darin zu erregen, festgestellt ist.*

Mit genaueren Maassbestimmungen zu diesem letzteren Zwecke, nämlich zur Erforschung der *galvanischen Bedeutung eines Leiters*, durch Bestimmung

der zur Erzeugung eines bestimmten Stromes erforderlichen Kraft, habe ich mich nun vor längerer Zeit beschäftigt, und zwar unter dem Titel der *absoluten Widerstandsmessungen*. Es wurde hienach zum Beispiel die galvanische Bedeutung des Jacobischen Widerstands-Etalons durch die Angabe festgestellt dass, um einen Strom von der nach Gauss festgesetzten Intensitätseinheit darin zu erregen, eine elektromotorische Kraft nach Gaussischem Maasse von 5980 Millionen Einheiten erforderlich sei [1]. Eine ähnliche Bestimmung von einer andern Kupferkette habe ich der K. Gesellschaft im Jahre 1853 vorgelegt [2]. Es hatte sich jedoch bei diesen bisherigen Bestimmungen mehr um die Methode und Bedeutung der damit zu gewinnenden Resultate, als um äusserste Feinheit der quantitativen Ausführung gehandelt, die nur probeweise mit den zu andern Zwecken vorhandenen Hülfsmitteln und Instrumenten bewerkstelligt worden war.

Sollen nun aber diese absoluten Widerstandsmessungen weitere Anwendung finden, sollen sie benutzt werden, um allen quantitativen Resultaten wichtiger galvanischer Beobachtungen und Forschungen einen *bleibenden* Ausdruck zu geben; so tritt ein ähnlicher Fall wie bei andern Fundamentalbestimmungen ein, es tritt nämlich das Bedürfniss hervor, wenigstens eine absolute Widerstandsmessung nach den strengsten Methoden, mit den vollkommensten Instrumenten und mit aller Kunst der feinsten Beobachtung auszuführen. Es ist dies eine Aufgabe, welche nur von sehr geschickten Händen, bei ungestörtester Musse und mit festeren Einrichtungen, als es jetzt für physikalische Forschungen giebt, vollkommen gelöst werden dürfte. Dass es nur einer solchen Messung bedarf, die aber mit grösster Feinheit ausgeführt werden muss, leuchtet leicht daraus ein, dass die Widerstände aller Körper mit dem Widerstande *eines einzigen Etalons* genau verglichen werden können, und dass es daher nur der genauen Kenntniss von dem *absoluten Werthe dieses einzigen Etalon-Widerstands* bedarf, um die Vortheile aller durch absolute Werthe gegebenen Beziehungen allgemein auf alle Körper zu übertragen.

Abgesehen von diesen Vortheilen, welche die Kenntniss des absoluten

1) Abhandlungen der K. Sächs. Ges. der Wissenschaften I. S. 252.

2) Abhandlungen der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 5. Bd.

Werths eines solchen Etalon-Widerstands gewähren kann, bietet aber die Aufgabe dieser Messung an sich auch Interesse, wegen des Einflusses, welchen sie auf die Entwickelung der Wissenschaft gewinnt. Die Entwickelung fast der ganzen *Galvanometrie* lässt sich an diese Aufgabe knüpfen, und alle Fortschritte der Galvanometrie lassen sich an der Lösung dieser Aufgabe erproben. Ist einmal, nach Erlangung der Einsicht in die Möglichkeit der Lösung, das zu erreichende Ziel bestimmt bezeichnet, so ist jede vollkommenere Lösung als Beweis von den Fortschritten der Galvanometrie fast wichtiger als durch ihren eigenen unmittelbaren Nutzen.

Durch feinere Ausbildung der absoluten Widerstandsmessung werden nicht blos wesentliche Lücken der Galvanometrie ausgefüllt, sondern auch viele zerstreuete Untersuchungen in einen engeren Zusammenhang gebracht. Umgekehrt würde, wenn auf anderem Wege eine höhere Ausbildung der Galvanometrie erreicht werden sollte, die feinere Ausführung der absoluten Widerstandsmessung die Folge davon seyn. Es sollen nun hier einige solche, der feineren Ausführung der absoluten Widerstandsmessung dienende *galvanometrische Untersuchungen* näher betrachtet werden.

Man unterscheidet *Galvanometer* und *Galvanoskope*. Jene, zu denen die Tangenten-Boussolen gehören, dienen nur für stärkere Ströme, deren Intensität aber damit nach genau bekanntem absoluten Maasse ausgedrückt erhalten wird; diese dagegen dienen zur Beobachtung der geringsten Spuren von Strömen, von denen sonst nichts wahrgenommen werden kann. Die grosse Empfindlichkeit der letzteren wird aber nur durch sehr enge Umschliessung der Nadel von ihrem Multiplicator erreicht, wodurch die genauere Kenntniss des Maassstabs verloren geht, die sich bei der Tangenten-Boussole aus der Construction von selbst ergiebt. Um dennoch ein solches Galvanoskop zu Messungen zu gebrauchen, bedarf es daher ausser der Beobachtung des vom Strome hervorgebrachten Ausschlags noch irgend einer Beobachtung als Maassstab für die Empfindlichkeit des Instruments. In der Regel sucht man diesen Maassstab ein für allemal festzusetzen, durch vorausgeschickte correspondirende Beobachtungen am Galvanometer und Galvanoskope. Abgesehen aber davon, dass solche correspondirende Beobachtungen, wegen der so sehr verschiedenen Empfindlichkeit beider Instrumente, kein genaues Resultat ergeben,

ist der Maassstab der Empfindlichkeit für sehr empfindliche Galvanoskope in der Regel gar nicht constant, und kann daher gar nicht vorausbestimmt werden. Dagegen lässt sich mit der Beobachtung des *Ausschlags* eine andere Beobachtung, nämlich die der *Schwingungsdämpfung* verbinden, welche jenen Maassstab unmittelbar giebt.

Auf dieser Verbindung beruht die Möglichkeit, die empfindlichsten Galvanoskope zu den genauesten Messungen zu gebrauchen, was die nothwendige Bedingung für die Ausführung absoluter Widerstandsmessung bildet. Galvanoskope zu diesem Gebrauche bedürfen aber einer von gewöhnlichen Galvanoskopen abweichenden Construction, deren Theorie besonders zu entwickeln ist. Diese Entwickelung bietet noch ausserdem Interesse, weil dadurch der Anwendung der empfindlichsten Galvanoskope zu vielen andern feinen Untersuchungen der Weg gebahnt wird.

Der vorliegende Zweck fordert demnach eine solche Construction, welche gestattet, *Ausschlag* und *Dämpfung* zugleich mit grösster Genauigkeit zu beobachten, während bei gewöhnlichen Galvanoskopen blos die feinste Beobachtung des Ausschlags maassgebend für die Construction war. Was aber den Ausschlag vergrössert, verstärkt nicht immer die Dämpfung und umgekehrt. Dazu kommt, dass Ausschlag und Dämpfung auch nicht gewisse Grenzen überschreiten dürfen, wenn sie der feinsten Bestimmung fähig sein sollen. Die Rücksicht auf die Dämpfung ist es nun, welche insbesondre die Anwendung starker Magnete als Galvanoskopnadeln fordert, wozu dann noch das Bedürfniss einer längeren Schwingungsdauer und eines wenig veränderlichen Ruhestands der Galvanoskopnadel hinzukommt. Es wird dadurch die Anwendung eines *astatischen*, von zwei starken Magneten gebildeten Systems begründet, dessen Schwingungsdauer durch Länge und Stärke des zur Aufhängung dienenden Metalldrahts regulirt wird.

Die absolute Messung eines *Etalon-Widerstands* hängt nun aber nicht blos von der Genauigkeit der *galvanometrischen Messungen* ab, sondern ausserdem noch von der Genauigkeit unserer Kenntniss des *Erdmagnetismus nach absolutem Werthe am Orte und zu der Zeit jener galvanometrischen Messungen.* Das höchste Ziel der galvanometrischen Messungen besteht daher darin, dass die unvermeidliche, aus der Bestimmung des Erdmagnetismus herrührende,

Unsicherheit im *absoluten Werthe des Etalon-Widerstands* durch die galvanometrische Messung nicht merklich vergrössert werde. Darzulegen und zu prüfen wie dieses Ziel zu erreichen sei, ist der Hauptzweck dieser Abhandlung, woran noch einige Erörterungen über die *Copierung* von Widerstands-Etalons und andere die Feststellung und Bedeutung des Widerstands-Etalons betreffende Fragen werden geknüpft werden.

I. Die Methode der absoluten Widerstandsmessung.

1.

Verhältniss einer elektromotorischen Kraft zu einer Stromintensität.

Ein galvanischer Strom i, welcher mit seinem ponderabelen Träger gegen einen Leiter mit der Geschwindigkeit v bewegt wird, übt nach dem von Faraday entdeckten Inductionsgesetze eine *elektromotorische Kraft* e auf den Leiter aus, welche sowohl mit der Intensität des inducirenden Stroms i als auch mit der Geschwindigkeit der inducirenden Bewegung v proportional ist. Das Verhältniss dieser elektromotorischen Kraft zu dem Product aus der Intensität des inducirenden Stromes in die Geschwindigkeit der inducirenden Bewegung, $\frac{e}{iv}$, hat also einen von der Intensität i sowohl als auch von der Geschwindigkeit v unabhängigen Werth, und zwar wird dieser Werth aus geometrisch gegebenen Verhältnissen des Stromträgers und des Leiters zu einander als ein *reiner Zahlenwerth* bestimmt, d. h. unabhängig von dem zu den geometrischen Abmessungen gebrauchten Raummaasse, so wie auch von den Maassen der elektromotorischen Kräfte, Stromintensitäten und Geschwindigkeiten. Betrachtet man nämlich von dem inducirenden Strome i ein einziges Längenelement α, welches mit der Geschwindigkeit v gegen das Längenelement des Leiters α' bewegt wird, in dem Augenblicke, wo die Entfernung beider Elemente von einander $= r$ ist, und bezeichnet man die 4 Winkel, welche von den Richtungen der beiden

Elemente, $[\alpha]$, $[\alpha']$, von der Richtung ihrer Verbindungslinie $[r]$ und von der Bewegungsrichtung des Stromelements $[v]$ gebildet werden, mit $\theta = [r, \alpha]$, $\theta' = [r, v]$, $\varepsilon = [\alpha, v]$, $\varphi = [r, \alpha']$; so ist nach dem bekannten, für die Volta-Induction geltenden, Gesetze die elektromotorische Kraft e, welche von dem Elemente α des inducirenden Stroms i auf das inducirte Element α' ausgeübt wird,

$$e = iv.\frac{\alpha\alpha'}{rr}(3\cos\theta\cos\theta' - 2\cos\varepsilon)\cos\varphi,$$

oder es ist das Verhältniss

$$\frac{e}{iv} = \frac{\alpha\alpha'}{rr}(3\cos\theta\cos\theta' - 2\cos\varepsilon)\cos\varphi,$$

dessen Werth hienach in einer ***reinen Zahl*** ausgedrückt erhalten wird, da die Verhältnisse zweier Linien $\frac{\alpha}{r}$ und $\frac{\alpha'}{r}$ sowohl wie die Cosinus der Winkel reine Zahlen sind.

Nennt man nun diejenigen Verhältnisse des Stromträgers und Leiters zu einander, unter welchen diese Zahl $= 1$ ist, die *Normal-Verhältnisse*, so ergiebt sich, dass unter diesen Normalverhältnissen das Verhältniss der elektromotorischen Kraft zur Stromintensität, $\frac{e}{i}$, der Geschwindigkeit v, mit welcher der Stromträger bewegt wird, gleich ist, oder dass

$$\frac{e}{i} = v.$$

Im Allgemeinen ersieht man hieraus, dass der Quotient irgend einer elektromotorischen Kraft dividirt durch irgend eine Stromintensität irgend einer Geschwindigkeit gleich ist, was durch den Satz ausgedrückt wird: *eine elektromotorische Kraft verhält sich zu einer Stromintensität wie eine Weglänge zu einer Zeit.*

Derselbe Satz ergiebt sich auch unmittelbar aus den Begriffen, welche in der Lehre vom Galvanismus mit *elektromotorischen Kräften* e und *Stromintensitäten* i verbunden werden.

Bezeichnet nämlich ε die Menge positiver oder negativer Elektricität in der Längeneinheit des Stromleiters nach elektrostatischem Maasse (in Theilen

derjenigen Menge, welche auf eine gleiche Menge in der Einheit der Entfernung eine Kraft ausübt, die der ponderabelen Masseneinheit in der Zeiteinheit die Einheit der Geschwindigkeit ertheilen würde), und u die Geschwindigkeit, mit welcher die Elektricität im Leiter sich bewegt; so ist i proportional mit εu und wird daraus durch Multiplication mit dem Faktor $\frac{1}{c}\sqrt{8}$ erhalten, worin c eine aus dem Grundgesetz der elektrischen Wirkung bekannte *constante Geschwindigkeit* bezeichnet, die im 5. Bande der Abhandlungen der math.-phys. Classe der K. Sächs. Ges. der Wiss. S. 264 $= 439450 \,.\, 10^6 \frac{\text{Millimeter}}{\text{Secunde}}$ gefunden worden ist.

Bezeichnet ferner f den Unterschied der Kraft, welche auf die im inducirten Leiter enthaltene positive Elektricität nach der Richtung des Leiters wirkt, von der Kraft, welche auf die darin enthaltene negative Elektricität wirkt, ausgedrückt in Theilen derjenigen Kraft, welche der ponderabelen Masseneinheit in der Zeiteinheit die Einheit der Geschwindigkeit ertheilen würde; so ist die auf den inducirten Leiter wirkende elektromotorische Kraft e proportional mit f und wird daraus durch Multiplication mit dem Factor $\frac{c}{\varepsilon}\sqrt{\frac{1}{8}}$ erhalten.

Es sind diese Bedeutungen von i und e dieselben, wonach ein Strom von der Intensität $= 1$, wenn er um die Flächeneinheit herum geht, gleiche Wirkungen mit der Einheit des magnetischen Moments ausübt; und wonach ferner die Einheit der magnetischen Kraft auf einen geschlossenen Leiter, während derselbe so gedreht wird, dass die Projection der von ihm umschlossenen Fläche auf die gegen die Richtung der magnetischen Kraft senkrechte Ebene gleichförmig in der Zeiteinheit um die Flächeneinheit wächst, die Einheit der elektromotorischen Kraft ausübt. Diese Bedeutungen von i und e sind ihrer Beziehung zum Magnetismus wegen allen *absoluten Messungen* zu Grunde zu legen.

Nach diesen auch den absoluten Widerstands-Messungen zu Grunde zu legenden Bedeutungen von e und i ergiebt sich das Verhältniss

$$\frac{e}{i} = \frac{\frac{fc}{\varepsilon}\sqrt{\frac{1}{8}}}{\frac{\varepsilon u}{c}\sqrt{8}} = \frac{cc}{8u} \cdot \frac{f}{\varepsilon\varepsilon}$$

Bezeichnet man die elektrostatische Kraft, welche die in einem Stücke x des Leiters enthaltene Menge positiver oder negativer Elektricität, $=\varepsilon x$, auf eine gleiche Menge in der Entfernung x ausübt, mit f'; so ist bekanntlich

$$f'=\frac{\varepsilon x\,.\,\varepsilon x}{xx}=\varepsilon\varepsilon,$$

folglich

$$\frac{e}{i}=\frac{cc}{8u}\cdot\frac{f}{f'}.$$

Nun wird aber das Verhältniss zweier Kräfte $\frac{f}{f'}$ sowohl wie das Verhältniss zweier Geschwindigkeiten $\frac{c}{u}$ durch reine Zahlen ausgedrückt, woraus sich also ergiebt, dass

$$\frac{1}{8}\cdot\frac{c}{u}\cdot\frac{f}{f'}=n$$

ein reiner Zahlenfaktor ist, und hieraus folgt, dass $\frac{e}{i}$ eine Geschwindigkeit ist, und zwar eine n Mal grössere, als die Geschwindigkeit c.

2.
Darstellung einer dem Widerstande eines Leiters gleichen Geschwindigkeit.

Nach dem Ohm'schen Gesetze der galvanischen Kette ist die Stromintensität i der auf die Kette wirkenden elektromotorischen Kraft e direct proportional, und dem Widerstande der Kette w umgekehrt proportional, und es kann, wenn das Widerstandsmaass danach gewählt wird,

$$i=\frac{e}{w}$$

gesetzt werden, woraus folgt, dass der Quotient

$$\frac{e}{i}=w$$

für jede gegebene Kette einen *constanten* Werth hat, den man ihren *Widerstand nach dem absoluten Maasse* nennt.

Dieser *Widerstand* also, weil er der Quotient aus einer elektromotorischen Kraft dividirt durch eine Stromintensität ist, muss nach dem vorher-

gehenden Artikel einer gewissen *Geschwindigkeit* gleich sein, und es ist von Interesse, diese Geschwindigkeit nicht blos ihrer Grösse nach zu bestimmen, sondern auch wirklich so darzustellen, wie sie dem Verhältniss $\frac{e}{i}$ in allen physischen Beziehungen entspricht.

Man gebe dem Leitungsdrahte die Form eines Kreises, welcher der magnetischen Meridianebene parallel aufgestellt, und um seinen horizontalen Durchmesser gedreht werde, während eine kleine Boussole im Mittelpunkte des Kreises sich befindet. Diese Boussole wird dann nach bekannten Gesetzen vom magnetischen Meridiane abgelenkt, desto mehr, je schneller der Kreis gedreht wird; denn die bei dieser Drehung vom verticalen Theile des Erdmagnetismus im Kreise inducirten Ströme wirken auf die Boussole und üben eine gegen die Meridianebene senkrechte Directionskraft auf sie aus, deren *Mittelwerth für die Dauer einer halben Umdrehung* proportional mit der Drehungsgeschwindigkeit wächst. — Während der Dauer einer halben Umdrehung ist diese Directionskraft freilich veränderlich, woraus folgt, dass die Nadel nicht in Ruhe beharren kann, sondern innerhalb gewisser Grenzen schwanken muss; je kleiner aber bei beschleunigter Drehung die Dauer einer halben Umdrehung gegen die der Nadel vermöge der erdmagnetischen Directionskraft zukommende Schwingungsdauer wird, desto mehr nähern sich jene Grenzen einander, und obige Nadelschwankung lässt sich dadurch so verkleinern, dass sie ganz unwahrnehmbar wird und die Nadel ganz ruhig erscheint. — Diejenige *Geschwindigkeit* nun, mit welcher die Leitertheilchen in einem dem Kreishalbmesser gleichen Abstande von der Drehungsaxe durch die Drehung bewegt werden müssen, damit jener *Mittelwerth* $\pi\pi$ Mal grösser sei, als die vom verticalen Theile des Erdmagnetismus auf die Boussole unmittelbar ausgeübte verticale Directionskraft, ist *die dem Widerstande des Leitungsdrahts gleiche Geschwindigkeit.*

Jener *Mittelwerth* und diese von der Erde auf die Boussole unmittelbar ausgeübte verticale Directionskraft verhalten sich aber wie die Tangenten der von ihnen hervorgebrachten Ablenkungen v und I, wo v die während der Drehung beobachtete horizontale Ablenkung der Boussole und I die erdmagnetische Inclination bezeichnet. Beobachtet man also, dass bei n Umdrehungen

in der Zeiteinheit, $\frac{\text{tang } v}{\text{tang } I} = n\pi$, so ist der Widerstand des kreisförmigen Leiters

$$w = 2n\pi r,$$

wenn r den Halbmesser des kreisförmigen Leiters bezeichnet.

Diese so dargestellte dem Widerstande gleiche Geschwindigkeit steht nun wirklich auch in gleichen physischen Beziehungen wie das Verhältniss der elektromotorischen Kraft zur Stromintensität oder der Widerstand des Leiters; denn es lässt sich nachweisen, dass jene Geschwindigkeit, ebenso wie dieser Widerstand ganz unabhängig ist sowohl von der Stärke und der Richtung der erdmagnetischen Kraft, welche auf den Leiter inducirend wirkt, als auch von der Stärke der Boussole, auf welche der Erdmagnetismus und die im Leiter inducirten Ströme wirken.

Zum Beweis dieser Beziehung der eben beschriebenen Geschwindigkeit zum Widerstand mögen folgende Erläuterungen dienen.

Ist φ der Winkel, welchen die Kreisebene mit der Meridianebene bildet, $\frac{d\varphi}{dt}$ die Drehungsgeschwindigkeit und r der Halbmesser des Kreises; so erhält man die vom verticalen Theile des Erdmagnetismus T' auf den Kreis ausgeübte elektromotorische Kraft, nach der Art. 1 angegebenen Bedeutung,

$$e = \pi rr \,.\, T' \,.\, \cos\varphi \,\frac{d\varphi}{dt}.$$

Ist nun ferner die Drehungsgeschwindigkeit $\frac{d\varphi}{dt} = \varrho$ constant, also $e = \pi rr T' \varrho \cos\varphi$, mit $\cos\varphi$ proportional; so ist, nach dem Ohmschen Gesetze, auch die Intensität des im Leiter inducirten Stromes i mit $\cos\varphi$ proportional, und kann

$$i = i_0 \cos\varphi$$

gesetzt werden, wo i_0 einen constanten Werth hat.

Nach elektromagnetischen Gesetzen übt nun dieser inducirte Strom auf die Nadel m im Mittelpunkte des kreisförmigen Leiters ein Drehungsmoment aus, welches, wenn die Kreisebene vertical, oder $\varphi = 0$, und ebenso die Ablenkung der Nadel vom magnetischen Meridiane $v = 0$ wäre, aus der Theorie der Tangentenboussole bekannt und durch den Quotienten des Products der Länge des Leiters $2\pi r$ in die Stromintensität i und in den Nadel-

magnetismus m, dividirt durch das Quadrat des Kreishalbmessers rr, dargestellt würde, also $= \frac{2\pi im}{r}$; sind aber φ und v von Null verschieden, so muss dieser Quotient, wie leicht gezeigt werden kann, noch mit $\cos\varphi \cos v$ multiplicirt werden, wonach also das vom inducirten Strome i auf die Nadel ausgeübte Drehungsmoment

$$= \frac{2\pi im}{r} \cdot \cos\varphi \cos v = \frac{2\pi m}{r} i_0 \cos v \cdot \cos\varphi^2$$

erhalten wird.

Der *Mittelwerth* dieses Drehungsmoments für die Dauer einer halben Umdrehung $= \frac{\pi}{\varrho}$ ergiebt sich hieraus

$$\frac{2\pi m}{r} i_0 \cos v \cdot \frac{\varrho}{\pi} \int_0^{\frac{\pi}{\varrho}} \cos\varphi^2\, dt = \frac{2\pi m}{r} i_0 \cos v \cdot \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} \cos\varphi^2\, d\varphi = \frac{\pi m}{r} i_0 \cos v.$$

Nun ist ferner das von der Erde auf die Nadel ausgeübte Drehungsmoment, wenn T den horizontalen Theil des Erdmagnetismus bezeichnet,

$$= Tm \sin v,$$

was also, wenn v keine wahrnehmbare Aenderung erleidet, als constant genommen werden kann. Es muss alsdann dieses von der Erde auf die Nadel ausgeübte Drehungsmoment jenem *Mittelwerthe* des vom inducirten Strome ausgeübten gleich sein, das heisst,

$$Tm \sin v = \frac{\pi m}{r} i_0 \cos v,$$

folglich

$$i_0 = \frac{rT}{\pi} \operatorname{tang} v$$

$$i = \frac{rT}{\pi} \operatorname{tang} v \cdot \cos\varphi.$$

Nun war aber

$$e = \pi rr\, T'\varrho \cdot \cos\varphi,$$

folglich ist

$$\frac{e}{i} = \frac{\pi\pi}{\operatorname{tang} v} \cdot \frac{T'}{T} \cdot r\varrho,$$

oder es ist, weil $\frac{T'}{T} = \operatorname{tang} I$, wenn I die erdmagnetische Inclination bezeichnet,

$$\frac{e}{i} = \frac{\operatorname{tang} I}{\operatorname{tang} v} \cdot \pi\pi r\varrho.$$

Bezeichnet endlich $2n\pi$ denjenigen Werth von ϱ, für welchen

$$\frac{\text{tang } v}{\text{tang } I} = \pi\pi$$

beobachtet wird, so ist

$$\frac{e}{i} = 2n\pi r$$

das heisst, die *Geschwindigkeit*, mit welcher sich alsdann das im Abstande r von der Drehungsaxe befindliche Leitertheilchen in seiner Kreisbahn bewegt, stellt den *Widerstand des Leiters* $w = \frac{e}{i}$ dar.

Bezeichnet man den Widerstand der *Längeneinheit* des Leiters mit dem Namen seines *specifischen Widerstandes;* so ist der specifische Widerstand eines kreisförmigen Leiters einer bestimmten *Drehungsgeschwindigkeit* dieses Leiters gleich, nämlich, da $2\pi r$ die Länge des Leiters ist, der Drehungsgeschwindigkeit n, für welche

$$\frac{\text{tang } v}{\text{tang } I} = \frac{\pi}{2}$$

beobachtet wird.

3.

Bestimmung des Widerstands aus dem Verhältnisse $\frac{\int e dt}{\int i dt}$ bei einem Inductionsstosse.

Aus der Möglichkeit wirklicher Darstellung derjenigen Geschwindigkeiten, welche den Widerständen von Leitungsdrähten gleich sind, wird zugleich die Möglichkeit erkannt, diese Geschwindigkeiten, und damit auch die ihnen gleichen Widerstände, zu *messen.* Diese Messungen heissen *die absoluten Widerstandsmessungen.*

Wenn aber auch die Möglichkeit der absoluten Widerstandsmessungen hieraus einleuchtet, so ist doch damit noch keineswegs die genaueste und feinste Methode für die wirkliche Ausführung gegeben, von der die praktische Bedeutung dieser Messungen abhängt; vielmehr bedarf es zu deren Ermittelung weiterer Erörterungen, die der Ausführung vorausgeschickt werden müssen.

Der im vorigen Artikel erwähnte, in die Form eines Kreises gebrachte

und um dessen horizontalen Durchmesser drehbare Leitungsdraht, nebst der im Mittelpunkte des Kreises befindlichen Boussole, bildet im Wesentlichen dasselbe Instrument, von welchem unter dem Namen des *Inductions-Inclinatoriums* schon in den "Resultaten aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1837" S. 81—96 gehandelt worden ist. Durch dieses *Inductions-Inclinatorium* können also die Widerstandsmessungen auf Geschwindigkeitsmessungen reducirt werden. Eine genaue Ausführung dieser Geschwindigkeitsmessungen setzt aber, wie von selbst einleuchtet, eine vollkommen gleichförmige Drehungsgeschwindigkeit voraus, deren Darstellung, wenn auch nicht unmöglich, doch mit grossen praktischen Schwierigkeiten verknüpft ist. Es ist daher für die Ausführung einer genauen absoluten Widerstandsmessung von grösster Wichtigkeit, dass sie von der Darstellung und Messung einer so vollkommen gleichförmigen Drehungsgeschwindigkeit unabhängig gemacht werde.

Die Methode, diesen Zweck zu erreichen, beruht nun im Allgemeinen darauf, dass man, statt einen bestimmten Mittelwerth der elektromotorischen Kraft e und der Stromintensität i durch fortgesetzte gleichförmige Drehung lange Zeit constant zu erhalten, und dieselben während dieser Zeit zu messen, genau bestimmte und messbare, aber auf ganz kurze Zeit beschränkte Integralwerthe $\int edt$ und $\int idt$ darzustellen sucht, unter Umständen, unter welchen der Quotient $\frac{e}{i}$ für alle Zeitelemente dt constant bleibt, wenn auch e und i variiren. Aus genauer Messung der Integralwerthe $\int edt$ und $\int idt$ ergiebt sich dann der Quotient $\frac{\int edt}{\int idt} = \frac{e}{i}$, gleich dem gesuchten Widerstande des Leitungsdrahts w, wobei es gleichgültig ist, ob der kurze Zeitraum, über welchen sich jene Integrale erstrecken, welcher gar nicht gemessen zu werden braucht, etwas grösser oder kleiner ist, da das Resultat davon ganz unabhängig ist.

4.

Ausführung mit dem Inductions-Inclinatorium.

Die im vorigen Artikel angegebene Methode würde nun mit dem *Inductions-Inclinatorium* leicht auf folgende Weise zur Ausführung gebracht

werden können. Den aus dem Leitungsdrahte gebildeten Kreis, statt ihn in eine fortgesetzte gleichförmige Drehung zu versetzen, dreht man blos ein Stück, zum Beispiel halb herum, am zweckmässigsten von der horizontalen Lage des Kreises anfangend bis wieder zur horizontalen Lage, und zwar in recht kurzer Zeit, was mit dem Namen eines *Inductionsstosses* bezeichnet wird. Der Integralwerth $\int e dt$ für einen solchen Inductionsstoss ist nämlich leicht zu bestimmen; denn es ist nach Art. 2 $e = \pi rr\, T' \cos\varphi \frac{d\varphi}{dt}$, folglich ist der Integralwerth von edt, von $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ bis $\varphi = +\frac{\pi}{2}$ genommen,

$$\int edt = 2\pi rr\, T',$$

wenn r den Halbmesser des Kreises und T' den verticalen Theil des Erdmagnetismus bezeichnet.

Der Integralwerth $\int idt$ kann ebenfalls sehr einfach bestimmt werden, durch Vermittelung der Drehungsgeschwindigkeit, in welche die Boussole durch einen solchen Inductionsstoss versetzt wird; denn wird diese Drehungsgeschwindigkeit mit γ, der Magnetismus und das Trägheitsmoment der Boussole mit m und k bezeichnet, so ist

$$\int idt = \frac{2rk}{\pi\pi m} \cdot \gamma \text{ *)}.$$

---

*) Nach Art. 2 war das von dem inducirten Strome $i = i_0 \cos\varphi$ auf die Nadel ausgeübte horizontale Drehungsmoment $= \frac{2\pi m}{r} i_0 \cos v \cos\varphi^2$, folglich, wenn im Augenblicke des Inductionsstosses die Nadel in Ruhe und $v = 0$ ist, $= \frac{2\pi m}{r} i_0 \cos\varphi^2$. Dieses Drehungsmoment mit dem Trägheitsmoment k dividirt giebt die Drehungsbeschleunigung der Nadel $\frac{d\gamma}{dt} = \frac{2\pi m}{rk} i_0 \cos\varphi^2$. Hieraus erhält man, wenn die Drehungsgeschwindigkeit des Kreises $\frac{d\varphi}{dt}$ mit ϱ bezeichnet wird, $d\gamma = \frac{2\pi m}{rk} \cdot \frac{i_0}{\varrho} \cdot \cos\varphi\, d\varphi$, und den Integralwerth hievon, zwischen $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ und $\varphi = +\frac{\pi}{2}$, $\gamma = \frac{\pi\pi m}{rk} \cdot \frac{i_0}{\varrho}$, also $i = i_0 \cos\varphi$

Nun verhält sich aber bei einer in Schwingung gesetzten Nadel die grösste Drehungsgeschwindigkeit γ (im Augenblicke wo sie durch die Gleichgewichtslage geht) zur grössten Ablenkung von der Gleichgewichtslage, d. i. zur Elongationsweite α, wie π zur Schwingungsdauer der Nadel t, oder es ist $\gamma = \frac{\pi}{t} \alpha$, also

$$\int idt = \frac{2rk}{\pi mt} \cdot \alpha .$$

Hieraus ergiebt sich, da $\int edt = 2\pi r r T'$ war, der gesuchte Widerstand des Leitungsdrahts

$$w = \frac{\int edt}{\int idt} = \frac{\pi\pi mrtT'}{k\alpha} .$$

Bezeichnet T den horizontalen Theil des Erdmagnetismus und I die Inclination, so ist bekanntlich $\frac{T'}{T} = \text{tang}\, I$ und $\frac{mT}{k} = \frac{\pi\pi}{tt}$; folglich

$$w = \frac{\pi^4 r}{\alpha . t} \text{tang}\, I .$$

Bildete der Leitungsdraht, statt eines einfachen Kreises, einen aus n gleich grossen, von einander isolirten, Windungen zusammengesetzten Ring, so würde man finden:

$$w = \frac{nn\pi^4 r}{\alpha . t} . \text{tang}\, I .$$

$= \frac{rk}{\pi\pi m} . \varrho\gamma \cos\varphi$, woraus $idt = \frac{rk}{\pi\pi m} \gamma \cos\varphi\, d\varphi$, und der Integralwerth hievon, zwischen den Grenzen $\varphi = -\frac{\pi}{2}$ und $\varphi = +\frac{\pi}{2}$, $\int idt = \frac{2rk}{\pi\pi m} . \gamma$ erhalten wird. Es ist hiebei die Drehungsgeschwindigkeit des Kreises ϱ als constant angenommen worden; man sieht aber leicht ein, dass das Resultat unverändert bleiben würde, auch wenn ϱ veränderlich wäre; denn es würde dann auch i_0 veränderlich sein, das Verhältniss $\frac{i_0}{\varrho}$ aber constant bleiben.

5.

Trennung des Inductors vom Galvanometer.

So einfach auch die im vorigen Artikel beschriebene Methode der absoluten Widerstandsmessung mit dem *Inductions-Inclinatorium* erscheint, so bewährt sie sich doch nicht in der praktischen Ausführung. Denn *erstens* ist die durch eine einzige halbe Umdrehung des Kreises (Inductionsstoss) der Nadel ertheilte Drehungsgeschwindigkeit und die dadurch hervorgebrachte Elongationsweite viel zu klein, um mit einer gewöhnlichen Boussole beobachtet und gemessen zu werden; es würden zu diesem Zwecke sogar die feinsten magnetometrischen Beobachtungen nicht genügen, wenn die Boussole durch ein mit Spiegel und Skale versehenes Magnetometer ersetzt werden könnte, dessen Aufstellung übrigens in der Mitte des drehbaren Kreises mit grossen praktischen Schwierigkeiten verbunden sein würde. *Zweitens* aber kommt noch hinzu, dass bei dieser Methode die Horizontalität der Nadelaxe vollkommen verbürgt werden müsste; denn sonst würde, wie man leicht einsieht, bei der Drehung des Kreises um seinen horizontalen Durchmesser die Induction des verticalen Theils des Erdmagnetismus mit der Induction des verticalen Theils des Nadelmagnetismus vermischt werden.

Diese Gründe lassen es daher als weit zweckmässiger erscheinen, statt eines Kreises, *zwei Kreise* aus dem Leitungsdrahte zu bilden, von denen der eine zum *Inductor* gebraucht und gedreht wird, der andere zum *Multiplicator* dient und feststeht. Man gewinnt durch diese Trennung freie Hand für die zweckmässigste Einrichtung des Inductors sowohl wie des zum Galvanometer erforderlichen Multiplicators, wo dann jeder für sich, ohne auf den andern Rücksicht nehmen zu müssen, viel vollkommner construirt werden kann. Auf dieser Trennung des Inductors vom Multiplicator beruht die im ersten Bande der Abhandlungen der K. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften entwickelte Methode, worüber hier folgende Bemerkung genügen wird.

Die Berechnung des Widerstandes des Leitungsdrahts aus den Beobachtungen wird durch die Trennung des Inductors vom Multiplicator nur wenig verändert, nämlich blos in Folge der festen Stellung, in welcher der getrennte Multiplicator, der an der Drehung des Inductors nicht mehr Theil

nimmt, verharrt, wonach *erstens* das von dem inducirten Strome $i = i_0 \cos \varphi$ auf die Nadel ausgeübte horizontale Drehungsmoment $= \frac{2\pi m}{r} i_0 \cos \varphi$ gefunden wird (statt des in der Note zu Art. 4 angeführten Werthes $= \frac{2\pi m}{r} i_0 \cos \varphi^2$), woraus dann $\int i dt = \frac{rk}{2\pi m} \cdot \gamma$ folgt; und wonach *zweitens* die Elongationsweite α aus der Drehungsgeschwindigkeit γ nicht mehr nach dem Art. 4 angeführten Gesetze $\gamma = \frac{\pi}{t} \alpha$ bestimmt werden kann, weil dieses Gesetz nur für eine frei schwingende Nadel gilt, die keine Dämpfung erleidet, was Art. 4 der Fall war, weil der mit dem Inductor verbundene Multiplicator vor und nach dem Inductionsstoss sich stets in horizontaler Lage befand. Beharrt dagegen der vom Inductor getrennte Multiplicator während der ganzen Nadelschwingung in seiner der Meridianebene parallelen verticalen Stellung, so erleidet die schwingende Nadel eine Dämpfung und die Elongationsweite α ist dann aus der Drehungsgeschwindigkeit γ nach den von Gauss in den „Resultaten aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1837" entwickelten Gesetzen zu bestimmen. Wird γ nach diesen Gesetzen aus der beobachteten Elongationsweite und aus der zugleich beobachteten Abnahme der Schwingungsbögen der Nadel bestimmt, so ergiebt sich zur Berechnung von w folgende Gleichung, nämlich entweder für einfache Kreise von gleichem Halbmesser r, sowohl als Inductor wie auch als Multiplicator:

$$w = \frac{4\pi^4 r}{\gamma \cdot tt} \cdot \tang I$$

oder für einen aus n Windungen vom Halbmesser r zusammengesetzten Ring als Inductor und für einen aus n' Windungen vom Halbmesser r' zusammengesetzten Ring als Multiplicator:

$$w = \frac{4nn'\pi^4}{\gamma \cdot tt} \cdot \frac{rr}{r'} \cdot \tang I.$$

6.

Dämpfung als Maass der Empfindlichkeit des Galvanometers.

Die Freiheit, den Halbmesser der Multiplicatorwindungen r' kleiner zu

machen als den der Inductorwindungen r, und dafür die Zahl der Multiplicatorwindungen n' zu vergrössern, welche durch die im vorigen Artikel erörterte Trennung des Multiplicators vom Inductor erlangt wird, gewinnt sodann eine höhere Bedeutung dadurch, dass *erstens* bei der festen Stellung des Multiplicators die Vertauschung der Boussole mit einem Magnetometer kein Hinderniss mehr findet, *zweitens*, dass ausserdem der der Nadel durch einen Inductionsstoss ertheilten Drehungsgeschwindigkeit γ eine für die feinere Beobachtung angemessene Grösse gegeben werden kann. Denn aus der Gleichung am Schlusse des vorigen Artikels ersieht man, dass wenn r' den halben Werth und n' den doppelten erhält, unter sonst ganz gleichen Umständen, bei unverändertem Leitungsdrahte, die von einem Inductionsstosse hervorgebrachte Drehungsgeschwindigkeit γ einen 4Mal grösseren Werth annimmt. Nur auf diese Weise ist es möglich, bei einer so schwachen Induction wie der Erdmagnetismus bietet, der von γ abhängigen Elongationsweite der Nadel α die zu genauer Messung nöthige Grösse zu geben.

Es leuchtet aber ein, dass wenn der Multiplicator die Nadel eng umschliesst, statt nach Maassgabe einer Tangentenboussole einen weiten Kreis um dieselbe zu bilden, das für Tangentenboussolen gültige Gesetz, wonach die von einem Inductionsstosse der Nadel ertheilte Drehungsgeschwindigkeit γ bestimmt wurde, nämlich die Art. 5 angeführte Gleichung $\int idt = \frac{rk}{2\pi m} \cdot \gamma$, wonach also $\gamma = \frac{2\pi m}{rk} \cdot \int idt$ war (oder, für eine Mehrzahl von Umwindungen n' vom Halbmesser r', $\gamma = \frac{2n'\pi m}{r'k} \cdot \int idt$) keine Anwendung mehr findet, weil alsdann die Verschiedenheit der Lage der verschiedenen Umwindungen, aus denen der Multiplicator zusammengesetzt wird, und die Vertheilungsweise des Magnetismus in der Nadel Einfluss gewinnen und genauer in Rechnung zu bringen sind; doch bleibt auch dann γ mit $\int idt$ proportional und das constante Verhältniss $\frac{\gamma}{\int idt}$, welches der Empfindlichkeitscoefficient des Galvanometers genannt werden kann, und mit f bezeichnet werden möge, lässt sich leicht für jedes gegebene Galvanometer auf dem Wege der Beobachtung,

durch gleichzeitige Messung von γ und $\int idt$ bestimmen. Doch ist dabei zu beachten, dass die Constanz des Coefficienten $\frac{\gamma}{\int idt} = f$ nothwendig an die Unveränderlichkeit des Instruments geknüpft ist, eine Unveränderlichkeit die so empfindlichen Galvanoskopen mit eng umschliessenden Multiplicatoren keineswegs *auf die Dauer* zugeschrieben werden darf, weshalb die Empfindlichkeit solcher Instrumente, wie schon in der Einleitung bemerkt worden, gar nicht *voraus* bestimmt werden kann. Es muss also der Coefficient f, oder die Empfindlichkeit des Instruments, für den Augenblick der Beobachtung selbst bestimmt werden.

Eine solche Bestimmung wird durch die nach der Methode der *Zurückwerfung* (welche im ersten Bande der Abhandl. der K. Sächs. Ges. d. Wiss. S. 349 näher erörtert worden ist) combinirten Beobachtungen, welche die durch einen Inductionsstoss der Nadel ertheilte *Drehungsgeschwindigkeit* und zugleich deren *Dämpfung* betreffen, gewonnen; denn diese Dämpfung ist dem Quadrate des Coefficienten f proportional. Wird nämlich aus solchen Beobachtungen die von der Schliessung der Kette herrührende Dämpfung durch den Werth des logarithmischen Decrements λ (nach dem natürlichen Systeme) bestimmt, so ist, wenn w den Widerstand der Kette, k das Trägheitsmoment der Nadel und τ deren Schwingungsdauer unter dem Einflusse der Dämpfung bezeichnet,

$$ff = \frac{2w}{k\tau} \cdot \lambda \text{ *)}.$$

---

*) Nach *elektromagnetischem* Gesetze war, wie oben angeführt worden, die von den durch einen Inductionsstoss inducirten Strömen der Nadel ertheilte Drehungsgeschwindigkeit

$$\gamma = f \cdot \int idt,$$

also, während des Inductionsstosses, $d\gamma = fidt$. Es ist also die vom Strome i im Multiplicator der Nadel ertheilte Drehungsbeschleunigung $\frac{d\gamma}{dt} = fi$, und folglich, wenn k das Trägheitsmoment der Nadel bezeichnet, das vom Strome i im Multiplicator auf die Nadel ausgeübte Drehungsmoment $= kfi$.

Der Ausdruck dieses Drehungsmoments giebt aber, wenn darin $i = 1$ gesetzt wird, nach *magnetelektrischem* Gesetze den Faktor, welcher, mit der Drehungs-

Nun war aber $f = \frac{\gamma}{\int idt}$, und nach Art. 3 und 4 $w = \frac{\int edt}{\int idt}$ und $\int edt = 2n\pi rrT'$; folglich ergiebt sich, wenn aus diesen 4 Gleichungen f, $\int edt$ und $\int idt$ eliminirt werden,

$$w = \frac{8\,(n\pi rrT')^2}{k\gamma\gamma\tau} \,.\, \lambda\,.$$

Hiebei ist in Beziehung auf die Ausführung der Beobachtungen noch zu bemerken, dass *erstens* bei starker Dämpfung der Fall vorkommen kann, dass die Schwingungsdauer bei geschlossener Kette τ sich unmittelbar nicht genau bestimmen lässt, und dass es daher nothwendig wird, die Schwingungsdauer bei geöffneter Kette t dafür zu beobachten; dass *zweitens* auch bei geöffneter Kette sehr häufig eine noch wahrnehmbare Dämpfung statt findet, welche durch Beobachtung des logarithmischen Decrements λ_0 bestimmt wird. Bei geschlossener Kette kommt dann zu λ_0 noch λ hinzu und das alsdann beob-

---

geschwindigkeit der Nadel γ multiplicirt, der von der bewegten Nadel auf den Multiplicator ausgeübten *elektromotorischen Kraft* gleich ist, $= kf\gamma$, woraus, nach dem Ohmschen Gesetze, der von der bewegten Nadel im Multiplicator inducirte Strom $i = \frac{kf\gamma}{w}$ folgt. Setzt man nun diesen Werth von i in die Gleichung $d\gamma = fidt$, so findet man, dass die durch Schliessung der Kette hervorgebrachte Dämpfung die Drehungsgeschwindigkeit der Nadel retardirt und dass diese Retardation $\frac{d\gamma}{dt} = \frac{kff}{w} \,.\, \gamma$ ist. Nun ist aber die Differentialgleichung der schwingenden Nadel (siehe Resultate aus den Beobacht. des magnet. Vereins 1837. S. 74) $\frac{ddx}{dt^2} + 2\varepsilon\frac{dx}{dt} + nnx = 0$, worin die Drehungsgeschwindigkeit $\gamma = \frac{dx}{dt}$ und die von der Dämpfung herrührende Drehungsretardation $\frac{kff}{w} \,.\, \gamma = 2\varepsilon\frac{dx}{dt}$ gesetzt ist, folglich $\frac{kff}{w} = 2\varepsilon$. — Aus dieser Differentialgleichung folgt aber $x = p + Ae^{-\varepsilon t}\sin\left(t\sqrt{(nn-\varepsilon\varepsilon)} - B\right)$, wonach die Schwingungsdauer $\tau = \frac{\pi}{\sqrt{(nn-\varepsilon\varepsilon)}}$ und das Decrementum logarithmicum naturale $\lambda = \varepsilon\tau$ ist. Hienach ist also $\frac{kff}{w} = 2\varepsilon = \frac{2\lambda}{\tau}$, oder $ff = \frac{2w}{k\tau} \,.\, \lambda$, was zu beweisen war.

achtete logarithmische Decrement ist also $\lambda_0 + \lambda = \lambda_1$. Unter solchen Verhältnissen muss (wie sich aus vorhergehender Note leicht ergiebt) in obige Gleichung $\lambda = \lambda_1 - \lambda_0$ und $\tau = t_0 \sqrt{\frac{\pi\pi + \lambda_1\lambda_1}{\pi\pi + \lambda_0\lambda_0}}$ substituirt werden, um den Widerstand w in seiner Abhängigkeit von den beobachteten Werthen t_0, λ_0 und λ_1 darzustellen, nämlich:

$$w = \frac{8(n\pi rrT')^2}{k\gamma\gamma t_0} \cdot (\lambda_1 - \lambda_0) \sqrt{\frac{\pi\pi + \lambda_0\lambda_0}{\pi\pi + \lambda_1\lambda_1}}.$$

7.

Induction durch den horizontalen Theil des Erdmagnetismus.

Auf ähnliche Weise wie die Art. 5 angegebene Sonderung des Multiplicators vom Inductor benutzt werden kann, um ein Galvanometer mit eng umschliessendem *Multiplicator* von höchster Empfindlichkeit für die Messung zu gewinnen, ebenso kann diese Sonderung auch dazu dienen, um dem *Inductor* eine angemessenere und vortheilhaftere Einrichtung zu geben.

Der Halbmesser der Inductorwindungen braucht nicht mehr des Galvanometers wegen beschränkt, sondern kann so weit vergrössert werden, als es mit einer raschen und leichten Drehung des Inductors verträglich ist, wodurch die Inductionsstösse bedeutend verstärkt werden. Denn die Stärke des Inductionsstosses ist $\int edt = 2n\pi rrT'$ gefunden worden und man sieht leicht, dass dieser Werth m Mal vergrössert wird, auch bei unveränderter Drahtlänge, wenn der Halbmesser r der Inductorwindungen m Mal grösser und folglich die Zahl n der Inductorwindungen m Mal kleiner genommen wird.

Ausserdem fällt aber auch in Folge der Sonderung des Inductors vom Multiplicator der Grund weg, aus welchem bei vereinigten Inductor und Multiplicator die Inductordrehung um den *horizontalen* Durchmesser des Inductors geschehen musste, nämlich der Grund, dass bei Drehung des Inductors blos eine Induction durch den Erdmagnetismus, und nicht zugleich auch durch den Nadelmagnetismus statt finde, weil die letztere schwer zu bestimmen oder zu eliminiren wäre. In Folge der Sonderung des Inductors vom Multiplicator kann also die Drehung auch um den *verticalen* Durchmesser des Inductors geschehen, wodurch die Induction von dem *horizontalen* Theil des Erdmagne-

tismus T, statt vom *verticalen* Theile T', abhängig gemacht wird. Durch diese Vertauschung von T mit T' verwandelt sich die Gleichung am Schlusse des vorigen Artikels in folgende:

$$w = \frac{8\,(n\pi rrT)^2}{k\gamma\gamma t_0} \cdot (\lambda_1 - \lambda_0) \cdot \sqrt{\frac{\pi\pi + \lambda_0\lambda_0}{\pi\pi + \lambda_1\lambda_1}}$$

Diese Vertauschung gewährt den Vortheil, dass die Messung des *horizontalen* Theils des Erdmagnetismus T genügt, während im andern Falle ausserdem noch die Messung der *Inclination* I nöthig war, um den *verticalen* Theil $T' = T$ tang I bestimmen zu können.

II. Construction des Galvanometers.

8.

Aus der im vorigen Abschnitte gegebenen Uebersicht über die Methode der absoluten Widerstandsmessung leuchtet die Wichtigkeit ein, welche die Construction des Galvanometers für die Ausführung einer solchen Messung hat. Es kommt dabei nicht blos auf einen hohen Grad der Empfindlichkeit, sondern auch darauf an, dass dieser Grad der Empfindlichkeit, aus den Dämpfungsbeobachtungen der Nadelschwingungen, genau bestimmt werden kann.

Die Theorie des Galvanometers ist oft von verschiedenen Seiten, nach Verschiedenheit der Zwecke, zu denen es dienen sollte, erörtert worden; in nächster Beziehung zu dem Zwecke der absoluten Widerstandsmessung, mit der wir uns hier beschäftigen, steht aber der im 5. Bande dieser Abhandlungen erörterte Gebrauch des Galvanometers zu der mit Hülfe der *Induction* ausgeführten Messung der *magnetischen Inclination*, womit auch schon a. a. O. eine Anwendung auf die Widerstandsmessung selbst verbunden worden ist. Die daselbst für die Construction des Galvanometers gegebenen Regeln finden daher auch hier Anwendung, z. B. dass der Widerstand des Multiplicators dem der übrigen Kette, zu welcher der Inductor gehört, nahe gleich sein soll. Doch handelte es sich bei dem dortigen Galvanometer hauptsächlich nur um die Empfindlichkeit, oder Grösse des Ausschlags der durch

einen Inductionsstoss in Schwingung gesetzten Galvanometernadel, während hier dagegen es sich zugleich um die Grösse der Dämpfung handelt, welche zur genauen Bestimmung jener Empfindlichkeit benutzt werden soll. Von dieser Benutzung der Dämpfung ist zwar auch dort schon, bei Gelegenheit der auf die Widerstandsmessung gemachten Anwendung, gehandelt worden; sie bedarf aber noch einer näheren Erörterung, um zu ermitteln, was der höchste Grad der Genauigkeit bei dieser *Bestimmung der Empfindlichkeit* und wie derselbe zu erreichen sei.

9.

Grenzen für die Grösse des Ausschlags und der Dämpfung.

Könnten auch *Ausschlag* und *Dämpfung*, theils durch enge Umschliessung der Galvanometernadel mit dem Multiplicator theils durch Verstärkung des Nadelmagnetismus, ganz nach Belieben vergrössert werden, so dürften doch gewisse Grenzen dabei nicht überschritten werden, wenn die Genauigkeit der Widerstandsmessung nicht vermindert statt vermehrt werden soll.

Denn was zunächst den *Ausschlag* betrifft, der nicht über die Skale, womit er gemessen werden soll, hinausgehen darf, so wird seiner Vergrösserung bei allen *magnetometrischen* Beobachtungen durch die Regel, dass dieselben stets auf kleine Ablenkungswinkel beschränkt bleiben sollen, wonach die Skalenlänge eingerichtet wird, eine Grenze gesetzt. Es würde nämlich sonst der wesentlichste Vorzug dieser Beobachtungen verloren gehen, welcher darin besteht, dass stets kleine Ablenkungen auch zu den feinsten Messungen gebraucht werden und genügen, wodurch viele störende Einflüsse vermieden und die Berechnung der Beobachtungen sehr vereinfacht wird.

Ebenso leuchtet in Beziehung auf die *Dämpfung*, welche aus dem *Unterschiede* des Grössenverhältnisses zweier auf einander folgenden Schwingungsbögen von der Einheit zu bestimmen ist, ein, dass dieser *Unterschied* zwar eine für genaue Bestimmung hinreichende Grösse haben muss, aber auch nicht so gross sein darf, dass die Einheit selbst dagegen verschwindet, weil sonst entweder der erste Schwingungsbogen zu gross sein würde, um mit der Skale gemessen zu werden, oder der zweite für eine genaue Messung zu klein sein würde. Zwischen diesen beiden Grenzen muss also ein Fall

liegen, wo die in Bestimmung der Dämpfung erreichbare Genauigkeit ein Maximum ist.

Bezeichnet man den grösseren Schwingungsbogen, welcher dem durch die Länge der Skale gesetzten Grenzwerthe nahe gleich sein soll, mit a, den kleineren mit x; so wird die Grösse der Dämpfung proportional mit $\log\frac{a}{x} = \lambda$ gefunden, und die in Bestimmung der Dämpfung erreichbare Genauigkeit wird durch den Quotienten der kleinsten messbaren Aenderung von x, dividirt durch die zugehörige in Theilen von λ ausgedrückte Aenderung von λ, dargestellt. Derjenige Werth von x, für welchen der absolute Werth dieses Quotienten ein Maximum ist, wird durch die Gleichung

$$\left(\frac{\lambda dx}{d\lambda}\right)^2 = xx\left(\log\frac{a}{x}\right)^2 = \text{Maximum}$$

bestimmt, woraus $a : x = e : 1$ folgt, wenn $e = 2{,}71828$ die Grundzahl der natürlichen Logarithmen bezeichnet. Es ergiebt sich hieraus die Regel, dass es für die Bestimmung der Dämpfung am vortheilhaftesten ist, das Galvanometer so zu construiren, dass das Verhältniss zweier aufeinander folgenden Bögen der in Schwingung gesetzten Nadel dem Verhältniss $e : 1$ gleich ist oder wenigstens nahe kommt.

10.

Unifilare und bifilare Aufhängung der Galvanometernadel.

Die Aufhängung der Galvanometernadel kann entweder *unifilar* oder *bifilar* sein und nur eine genauere Betrachtung der auszuführenden Beobachtungen kann der Wahl der einen oder andern Aufhängung den Vorzug geben.

Wird die Galvanometernadel durch einen Inductionsstoss in Schwingung gesetzt, das heisst, wird ihr im Augenblicke, wo sie sich in der Ruhelage befindet, eine bestimmte Drehungsgeschwindigkeit γ ertheilt, so reicht es bekanntlich nicht hin, den Ausschlag, oder die *erste* Elongation der Nadel a, zu beobachten, sondern es ist, namentlich zur Bestimmung der Dämpfung, nothwendig, auch die *zweite* Elongation der Nadel b, nach der entgegengesetzten Seite von der Ruhelage, zu beobachten. Zum Zweck einer genauen Messung müssen aber ferner diese beiden Beobachtungen häufiger wiederholt

werden. Es leuchtet nun ein, dass, statt abzuwarten, bis zwischen je zwei Wiederholungen die Nadel jedesmal zur vollkommnen Ruhe gelangt ist, es grosse Vortheile bietet, ein System solcher Wiederholungen ohne Unterbrechung in stetiger Aufeinanderfolge auszuführen, was thunlich ist, wenn man beachtet, dass die Nadel im Augenblicke jedes Inductionsstosses zwar in derjenigen Lage sich befinden soll, wo sie, wenn sie keine Bewegung besässe, in Gleichgewicht beharren könnte, dass es aber für den Zweck dieser Beobachtungen nicht nothwendig sei, dass sie sich wirklich im Gleichgewicht befinde. Die Nadel kann vielmehr in diesem Augenblicke eine Drehungsgeschwindigkeit besitzen, wenn letztere nur bei allen Wiederholungen im Augenblicke jedes Inductionsstosses immer gleich gross ist. Die Methode der Anordnung solcher Beobachtungssysteme ist von Gauss angegeben worden und man findet sie im ersten Bande der Abhandlungen der math. phys. Classe der K. Sächs. Ges d. Wiss. S. 349 unter dem Namen der *Zurückwerfungsmethode* näher erörtert. Es ergiebt sich daraus, dass die genaue Ausführung eines solchen Beobachtungssystems fordert, dass *erstens* die Dauer eines Inductionsstosses einen sehr kleinen Bruchtheil von der Schwingungsdauer der Nadel bilde, *zweitens*, dass der Augenblick jedes Inductionsstosses so genau wie möglich mit dem Augenblicke zusammenfalle, wo die Nadel in der Lage sich befindet, in welcher sie, wenn ihre Drehungsgeschwindigkeit Null wäre, im Gleichgewicht beharren könnte. Es leuchtet aber ein, dass die Erfüllung dieser beiden Forderungen nur bei einer längern Schwingungsdauer der Nadel, z. B. von 20 bis 30 Secunden, zu erreichen ist, wonach also die Construction des Galvanometers eingerichtet werden muss.

Soll nun eine solche längere Schwingungsdauer durch *unifilare* Aufhängung der Nadel hergestellt werden, und soll die Nadel, zum Zweck der Dämpfung, einen verhältnissmässig zu ihrer Grösse möglichst starken Magnetismus besitzen, so leuchtet die Nothwendigkeit einer grössern Nadel ein, z. B. von 600 bis 900 Millimeter Länge, wodurch auch eine entsprechende Ausdehnung des Multiplicators in der Richtung der Nadel nothwendig wird. Bei solcher Verlängerung des Multiplicators kann nun zwar durch die damit verbundene Verstärkung des Magnetismus der Nadel eine hinreichend starke *Dämpfung* erlangt werden; die Grösse des von einem Inductionsstosse her-

vorgebrachten *Ausschlags* dagegen vermindert sich mit der Verlängerung der Nadel und des Multiplicators so rasch, dass der Fall eintreten kann, dass dieselbe zu genauen Messungen nicht mehr genügt. Bei grösseren Nadeln kann man unter normalen Verhältnissen etwa rechnen, dass die Grösse des Ausschlags der Länge der Nadel umgekehrt proportional ist, dass also z. B. bei einer 600 bis 900 Millimeter langen Nadel, welche zu einer Schwingungsdauer von 20 bis 30 Secunden erforderlich wäre, der Ausschlag 4 bis 6 Mal kleiner sein würde als bei einer 150 Millimeter langen Nadel *). Ergäbe

---

*) Es genügt für die vorliegende Betrachtung nur eine einzige Windung des Multiplicators in der Verticalebene der Nadel zu betrachten, und von der Nadel nur zwei Punkte, die man als Nordpol und Südpol bezeichnen kann, deren Abstand von einander $= l$ sei. Die Multiplicatorwindung bilde um jeden dieser Punkte einen Halbkreis vom Halbmesser r, beide durch zwei parallele Stücke von der Länge l mit einander verbunden. Es ist dann die Drehungsgeschwindigkeit, welche der Nadel durch einen Inductionsstoss ertheilt wird, aus mehreren Theilen zusammengesetzt, nämlich aus dem, welcher von den beiden Halbkreisen, indem sie auf die in ihren Mittelpunkten liegenden Nadelpole wirken, herrührt, und nach Art. 4 $= \frac{\pi\pi m}{4rk}\int idt$ erhalten wird, wenn m das magnetische Moment und k das Trägheitsmoment der Nadel bezeichnet; ferner aus dem, welcher von den beiden parallelen Verbindungsstücken herrührt, $= \frac{2lm}{rk\sqrt{(ll+rr)}}\cdot\int idt$, und endlich aus dem, welcher von jedem Halbkreis, indem er auf den im Mittelpunkt des andern Halbkreises liegenden Nadelpol wirkt, herrührt, der aber, wenn r gegen l sehr klein ist, als verschwindend betrachtet werden kann. Hienach kann, wenn r gegen l sehr klein ist, $\gamma = (\frac{\pi\pi}{4}+2)\frac{m}{rk}\int idt$ gesetzt werden. Nun verhalten sich bei zwei homogenen Nadeln von ähnlicher Gestalt die grössten magnetischen Momente, die sie annehmen können, $m : m'$ wie die Cuben, ihre Trägheitsmoment $k : k'$ wie die fünften Potenzen ihrer Polabstände $l : l'$, oder es ist $m : m' = l^3 : l'^3$, $k : k' = l^5 : l'^5$, woraus das Verhältniss ihrer Drehungsgeschwindigkeiten

$$\gamma : \gamma' = l'l' : ll$$

folgt. Und da ihre Ausschläge $\alpha : \alpha'$ im zusammengesetzten Verhältnisse dieser Drehungsgeschwindigkeit und der mit dem Polabstande proportionalen Schwingungsdauer steht, so erhält man hieraus

$$\alpha : \alpha' = l' : l\ .$$

sich nun, dass auch dann noch der Ausschlag, unter sonst günstigen Verhältnissen, eine für feinere Messungen hinreichende Grösse behielte, so wäre kein wesentlicher Grund vorhanden, den Gebrauch der *unifilaren* Aufhängung zu verwerfen. Wenn sich aber ergeben sollte, dass der so verkleinerte Ausschlag nicht mehr genügte, würde man zur *bifilaren* Aufhängung genöthigt werden.

Diese *bifilare* Aufhängung lässt sich alsdann so einrichten, dass die daraus entspringende statische Directionskraft S grösser ist als die magnetische Directionskraft D, und dass (bei verkehrter Lage der Nadelpole) die Schwingungsdauer der Nadel blos von der Differenz $S - D$ abhängt, wodurch es möglich wird dieselbe beliebig zu reguliren und zu verlängern. Eine auf diese Weise hergestellte längere Schwingungsdauer, verbunden mit einem verhältnissmässig starken Magnetismus der Nadel, gestattet aber ferner nicht blos ein Galvanometer von sehr grosser Empfindlichkeit herzustellen, sondern auch die Dämpfung so zu verstärken, dass sie einer ebenso genauen Bestimmung wie der Ausschlag der Nadel fähig ist. Endlich gewährt diese *bifilare* Aufhängung auch in den Fällen, wo der eben bezeichnete Hauptzweck durch *unifilare Aufhängung grösserer Magnete* erreichbar wäre, doch noch den besonderen Vortheil, dass die Construction des Galvanometers *in kleinerem Maassstabe ohne Eintrag der Genauigkeit der Messungen* ermöglicht wird, was für die praktische Anwendung oft von grosser Wichtigkeit ist.

11.

Astatisches Nadelsystem mit unifilarer Aufhängung.

Derselbe Zweck aber, zu welchem nach dem vorigen Artikel die *bifilare* Aufhängung besonders geeignet war und, zumal wenn es sich um kleinere Nadeln handelte, den Vorzug vor der *unifilaren* Aufhängung zu verdienen schien, lässt sich aber auch durch die *unifilare* Aufhängung erreichen, wenn die einfache Nadel mit einem *astatischen Nadelsystem* vertauscht wird, das heisst, mit einem Systeme von zwei gleichen mit einander fest verbundenen Nadeln, von denen die eine vom Multiplicator umschlossen ist, die andere mit entgegengesetzter Lage der Pole ausserhalb, entweder über oder unter dem Multiplicator, sich befindet. Die magnetischen Directionskräfte der

beiden verbundenen Nadeln heben dann nämlich einander auf, und die statische Directionskraft kann durch die Wahl eines geeigneten Drahts für die Aufhängung so regulirt werden, dass die angemessenste Schwingungsdauer erhalten wird. Ausser allen Vortheilen, die auch durch *bifilare* Aufhängung einer einfachen Nadel erreicht werden konnten, bietet diese Einrichtung noch einen besondern Vorzug dadurch dar, dass der Einfluss mancher sonst unvermeidlichen äusseren Störungen ganz vermieden wird. Solche äussere Störungen haben nämlich ihren Grund besonders in den *Declinationsvariationen des Erdmagnetismus*. Sind diese Variationen in der Regel auch während der kurzen Dauer der Beobachtungen an sich nur gering, so darf doch nicht übersehen werden, dass dieselben bei einer Nadel, welche von der blossen *Differenz der statischen und magnetischen Directionskraft* dirigirt wird, was bei einer empfindlichen bifilaren Aufhängung der Fall war, so vielmal vergrössert werden, als jene Differenz in der ganzen magnetischen Directionskraft enthalten ist. Die Gleichgewichtslage der Nadel kann in Folge hievon oft einem raschen und erheblich grossen Wechsel unterworfen sein, welcher die präcise Ausführung der Inductionsstösse stört und die Sicherheit und Uebereinstimmung, wodurch diese Beobachtungen sich sonst auszeichnen, sehr vermindert. Diese Störungen werden bei dem beschriebenen *astatischen* Nadelsysteme ganz vermieden, wenn man dabei auf genaue Gleichheit der Nadeln und auf den Parallelismus ihrer Axen achtet; denn es leuchtet ein, dass auf das Verhalten eines solchen Nadelsystems die Variationen des Erdmagnetismus gar keinen Einfluss haben. Wenn also nur die *statische* Directionskraft constant ist, so ist die Gleichgewichtslage eines solchen Systems ganz unveränderlich und gestattet die präciseste Ausführung der Beobachtungen.

12.
Theorie des Multiplicators.

Nach den vorausgeschickten Erörterungen über die Construction des Galvanometers im Allgemeinen und insbesondre über die Construction der Galvanometernadel und deren Aufhängung, gehen wir zur Hauptaufgabe über, nämlich zur Theorie des Multiplicators, die für den vorliegenden Zweck einer vollständigeren Entwickelung bedarf, als bisher von ihr gegeben worden ist.

Die Resultate früherer Erörterungen lassen sich im Wesentlichen folgendermassen kurz zusammenfassen. Handelt es sich *erstens* um den Multiplicator einer Tangentenboussole, welcher einen kreisförmigen Ring von sehr grossem Halbmesser bilden soll, gegen welchen die Dimensionen der Nadel sowohl wie die seines eigenen Querschnitts sehr klein sind, so leuchtet ein, dass die Gestalt dieses Querschnitts von sehr geringem Einfluss ist. Soll dennoch diese Gestalt nicht willkührlicher Bestimmung überlassen bleiben, so leuchtet erstens aus praktischen Gründen die Zweckmässigkeit, dem Querschnitt die Gestalt eines Rechtecks zu geben, von selbst ein, und sodann ergiebt sich für das Verhältniss der beiden Seiten dieses Rechtecks die einfache Regel, wenn der Flächeninhalt des Rechtecks gegeben und in Theilen des Quadrats des Ringhalbmessers ausgedrückt $= 2\varepsilon^3$ ist, dass die Höhe des Rechtecks zur Basis sich wie $\varepsilon : 2$ verhalte.

Handelt es sich *zweitens* aber um den Multiplicator eines Galvanoskops, welcher die Nadel so eng umschliessen soll, als die freie Bewegung der Nadel es gestattet, so ist blos die Gestalt der die Nadel zunächst umschliessenden Umwindung als gegeben zu betrachten. In der Regel wird diese Umwindung eine Figur bilden, welche von zwei Parallellinien und zwei Halbkreisen umschlossen ist. Aus Gründen der praktischen Zweckmässigkeit kann sodann angenommen werden, dass eine Anzahl Windungen von gleicher Gestalt und Grösse neben einander in der Oberfläche einer Säule, die jene Figur zur Basis hat, liegen und die unterste Schicht der Multiplicatorwindungen bilden, über welche alle übrigen Windungen in Gestalt von Parallelschichten aufgewunden werden. Der ganze Multiplicator erhält dadurch die Gestalt eines Rings, für welchen aber die Gestalt seines Querschnitts noch näher zu bestimmen ist.

Diese Bestimmung wird erhalten, wenn man das von irgend einer Windung auf die Nadel ausgeübte Drehungsmoment betrachtet. Bei dieser Betrachtung des Drehungsmoments genügt es (wie in der Note zu Art. 10 geschehen), von der Nadel nur zwei Punkte, die man als Nordpol und Südpol bezeichnen kann, und deren Abstand, $= l^0$, der Länge der beiden Parallelseiten der Umwindung gleich gesetzt werden darf, zu berücksichtigen. Es ist dann das Drehungsmoment, welches der durch die Windung gehende

Strom i auf die Nadel ausübt, aus mehreren Theilen zusammengesetzt, nämlich *erstens* aus dem, welcher von den beiden Halbkreisen auf die in ihren Axen liegenden Nadelpole ausgeübt wird, wenn man unter Axe eines Halbkreises das in seinem Mittelpunkte auf seine Ebene errichtete Perpendikel versteht; *zweitens* aus dem, welcher von den beiden Parallelseiten der Umwindung herrührt; *drittens* aus dem, welcher von jedem Halbkreis auf den in der Axe des andern Halbkreises gelegenen Nadelpol ausgeübt wird. Bezeichnet r den Halbmesser der Halbkreise und x die Länge des von einem Nadelpole auf die Ebene des Halbkreises gefällten Perpendikels, so wird der *erste* $= \frac{\pi rrmi}{(rr+xx)^{\frac{3}{2}}}$, der *zweite* $= \frac{2rl^0 mi}{(rr+xx)\sqrt{(l^0 l^0 + rr + xx)}}$, der *dritte* Theil $= 2rmi \int \frac{(l^0 \cos\varphi + r)\,d\varphi}{(l^0 l^0 + rr + xx + 2rl^0 \cos\varphi)^{\frac{3}{2}}}$ gefunden, wo der Integralwerth zwischen den Grenzen $\varphi = 0$ und $\varphi = \frac{\pi}{2}$ zu nehmen ist. Hält man sich dann vorzugsweise an die Betrachtung der beiden *Hauptfälle*, nämlich *erstens*, wo $l^0 = 0$ ist oder die Multiplicatorwindungen Kreise bilden, und *zweitens*, wo l^0 so gross ist, dass x und r als dagegen verschwindend betrachtet werden dürfen, so ist im *ersten Falle* der zweite Theil $= 0$ und der dritte dem ersten gleich, $= \frac{\pi rrmi}{(rr+xx)^{\frac{3}{2}}}$, im *zweiten Falle* wird der dritte Theil $= \frac{2rmi}{l^0 l^0}$. Bezeichnet man nun den Quotienten des ganzen Drehungsmoments einer Umwindung, dividirt mit ihrer Länge, mit dem Namen des specifischen Drehungsmoments, so sind alle Windungen, für welche das specifische Drehungsmoment gleich ist, in dem Falle wenn $l^0 = 0$ ist, d. h. wenn die Multiplicatorwindungen kreisförmig sind, durch folgende Gleichung gegeben:

$$\frac{1}{2\pi r} \cdot \frac{2\pi rrmi}{(rr+xx)^{\frac{3}{2}}} = \text{Const.};$$

in dem Falle wenn l^0 gegen r und x sehr gross ist, d. h. wenn die Multiplicatorwindungen sehr langgestreckt sind, durch folgende Gleichung:

$$\frac{1}{2(l^0+\pi r)} \left(\frac{\pi rrmi}{(rr+xx)^{\frac{3}{2}}} + \frac{2rl^0 mi}{(rr+xx)\sqrt{(l^0 l^0 + rr + xx)}} + \frac{2rmi}{l^0 l^0} \right) = \text{Const.},$$

wofür auch gesetzt werden kann

$$\frac{mi}{2l^0}\left(\frac{\pi rr}{(rr+xx)^{\frac{3}{2}}}+\frac{2r}{rr+xx}\right)=\text{Const.}$$

Setzt man im ersteren Falle die Constante $= \frac{mi}{dd}$, oder, indem man d zum Längenmaasse nimmt, $= mi$, so erhält man

$$\frac{r}{(rr+xx)^{\frac{3}{2}}}=1;$$

setzt man im letztern Falle die Constante $= \frac{mi}{2l^0 d}$ oder, indem man d zum Längenmaasse nimmt, $= \frac{mi}{2l^0}$, so erhält man

$$\frac{\pi rr}{(rr+xx)^{\frac{3}{2}}}+\frac{2r}{rr+xx}=1.$$

Setzt man endlich in beiden Gleichungen $rr + xx = \varrho\varrho$, so ergiebt sich

für den ersten Fall $r = \varrho^3$

für den zweiten Fall $\pi r = \varrho\left(\sqrt{(1+\pi\varrho)}-1\right)$.

Nun wächst aber die Empfindlichkeit des Galvanometers proportional mit dem vom Multiplicator auf die Nadel ausgeübten Drehungsmoment, und von letzterem leuchtet ein, dass, wenn sein Werth ein Maximum sein soll, das specifische Drehungsmoment aller an der äussern Oberfläche gelegenen Umwindungen gleich sein müsse. Hieraus folgt, dass die äussere Begrenzung des Querschnitts des Multiplicators nach obigen Gleichungen bestimmt werden müsse, wenn das Galvanometer die grösste Empfindlichkeit besitzen soll. Die innere Begrenzung des Querschnitts des Multiplicators ist durch den für die Nadel frei zu lassenden Raum gegeben.

Fig. 1 stellt hienach den Querschnitt des Multiplicators in beiden Fällen dar. Die gegebene innere Begrenzung ist durch die Linie *AB*, *A'B'* angedeutet; *ADB*, *A'D'B'* sind die äusseren Begrenzungen im ersteren, *aDb*, *a'D'b'* im letzteren Falle.

Wird nun aber auch hier, wie beim Multiplicator einer Tangentenboussole, ein *rectangulärer Querschnitt* vorgezogen, für welchen nur das Verhältniss der beiden Rechteckseiten zu bestimmen ist, so ergiebt sich für den ersteren Fall, wo die Multiplicatorwindungen kreisförmig sind, wenn man

den Halbmesser des für die Nadel frei zu lassenden cylindrischen Raums = 1 setzt und die dem Halbmesser parallele Seite des Rechtecks mit a, die darauf senkrechte Seite mit $2b$ bezeichnet, folgende Gleichung:

$$\frac{2}{(1+a)^2-1}\int_1^{1+a}\frac{rrdr}{(rr+bb)^{\frac{3}{2}}}=\frac{1}{b}\int_0^b\frac{(1+a)\,dx}{((1+a)^2+xx)^{\frac{3}{2}}},$$

oder, wenn die Integration ausgeführt wird,

$$\log\frac{1+a+\sqrt{((1+a)^2+bb)}}{1+\sqrt{(1+bb)}}=\frac{3(1+a)^2-1}{2(1+a)\sqrt{((1+a)^2+bb)}}-\frac{1}{\sqrt{(1+bb)}}.$$

Hienach ist

für kleine Werthe von a, $b=\sqrt{a}$

für $a=1$, $b=1{,}1444$

für $a=\infty$, $b=0{,}4413.a$

Für den letzteren Fall ergiebt sich auf dieselbe Weise folgende Gleichung:

$$\frac{1}{a}\int_1^{1+a}\frac{\pi rrdr}{(rr+bb)^{\frac{3}{2}}}+\frac{1}{a}\int_1^{1+a}\frac{2rdr}{rr+bb}=\frac{1}{b}\int_0^b\frac{\pi(1+a)^2\,dx}{((1+a)^2+xx)^{\frac{3}{2}}}+\frac{1}{b}\int_0^b\frac{2(1+a)dx}{(1+a)^2+xx}$$

woraus erhalten wird

$$\log\frac{(1+a)^2+bb}{1+bb}+\pi\log\frac{1+a+\sqrt{((1+a)^2+bb)}}{1+\sqrt{(1+bb)}}$$

$$=\frac{\pi(1+2a)}{\sqrt{((1+a)^2+bb)}}-\frac{\pi}{\sqrt{(1+bb)}}+\frac{2a}{b}\operatorname{arc\,tang}\frac{b}{1+a}.$$

Hienach ist

für kleine Werthe von a, $bb=\frac{3}{2}\cdot\frac{2+3\pi}{4+3\pi}\cdot a=1{,}2756\,.\,a$

für $a=1$, $b=0{,}8322$

für $a=\infty$, $b=0{,}3435\,.\,a$

Fig. 2 stellt diese Querschnitte, wenn $a=1$ ist, dar. Die gegebene innere Begrenzung gegen den für die Nadel frei gelassenen Raum ist durch die Linien AB, $A'B'$ angedeutet; $ADEB$, $A'D'E'B'$ stellen die beiden rectangulären Querschnitte eines kreisförmigen, $adeb$, $a'd'e'b'$ die eines langgestreckten Multiplicators dar. Der erstere Querschnitt $ADEB$ ist mehr als doppelt so gross wie das Quadrat des Abstandes c der Nadelaxe vom Multiplicator, das letztere $adeb$ ist nahe $\frac{5}{3}$ desselben Quadrats. Soll bei gleicher Grösse des für

die Nadel freigelassenen Raums ein kleinerer Multiplicator gebildet werden, so stellen $\alpha\delta\varepsilon\beta$, $\alpha'\delta'\varepsilon'\beta'$ die Querschnitte des kreisförmigen, $\mathfrak{abed}$, $\mathfrak{a'b'e'd'}$ die eines langgestreckten Multiplicators dar, von denen einer der ersteren nahe $\frac{1}{16}$, einer der letzteren nahe $\frac{1}{14}$ des Quadrats von c beträgt.

Bei der Gestalt des Querschnitts des Multiplicators ist endlich noch besonders darauf Rücksicht zu nehmen, dass die *Proportionalität der beobachteten Ablenkungen mit den Stromintensitäten* innerhalb möglichst weiter Grenzen erhalten werde, was für Messungszwecke sehr wichtig ist. Es genügt in dieser Beziehung zu bemerken, dass diese Proportionalität desto vollkommner ist, je grösser, bei gleichem Querschnitt, die Seite $2b$ gegen a ist; doch braucht, bei dem geringen Umfange der Ablenkungen bei magnetometrischer Beobachtungsweise, eine solche Vergrösserung der Seite $2b$ im Vergleich zu a nicht auf Kosten der Empfindlichkeit zu geschehen, was der Fall sein würde wenn b den oben bestimmten Werth überstiege. Dagegen muss aber gänzlich vermieden werden, was oft geschieht, dass der Multiplicator in zwei durch einen Zwischenraum getrennte Theile zerfällt wird, um Platz für die Aufhängung der Nadel zu gewinnen. Zwischen der vom Multiplicator umschlossenen Nadel und dem Aufhängungsfaden oder der astatisch zu verbindenden Nadel lässt sich immer leicht eine hakenförmige, um den Querschnitt des Multiplicators herumgeführte, hinreichend feste und freie Verbindung herstellen, welche ohne anzustossen einen genügenden Spielraum für die Nadelbewegung gewährt, so dass es keiner Durchbrechung des Multiplicators für die Aufhängung der Nadel bedarf.

13.

In vielen Fällen ist für das zu construirende Galvanometer nicht blos der für die Nadel frei zu lassende Spielraum, d. i. bei kreisförmiger Gestalt der Halbmesser c des vom Multiplicator umschlossenen Cylinderraums, sondern auch der zum Multiplicator zu verwendende Draht selbst mit seinem Rauminhalte v gegeben. In allen solchen Fällen genügen die im vorigen Artikel entwickelten Vorschriften; denn aus dem gegebenen Halbmesser c und Rauminhalte v können danach sowohl a wie b berechnet werden, nämlich für kreisförmige Multiplicatoren nach den beiden Gleichungen

$$\log \frac{1+a+\sqrt{((1+a)^2+bb)}}{1+\sqrt{(1+bb)}} = \frac{3(1+a)^2-1}{2(1+a)\sqrt{((1+a)^2+bb)}} - \frac{1}{\sqrt{(1+bb)}},$$

$$v = 2\pi(2+a)abc^3.$$

Anders verhält es sich aber, wenn, wie im vorliegenden Falle, zur Erreichung höchster Empfindlichkeit und stärkster Dämpfung auch die Wahl des Drahts ganz frei gestellt wird.

Diese Wahl bezieht sich, abgesehen von der specifischen Beschaffenheit (gewöhnlich Kupfer), blos auf den Querschnitt und den Rauminhalt des Drahts. Da aber schon Art. 8 angeführt ist, dass es vortheilhaft sei, den Widerstand des zum Multiplicator zu verwendenden Drahts dem der übrigen Kette, zu welcher der Inductor gehört, gleich zu machen, so reducirt sich jene Freiheit entweder auf die Wahl des Querschnitts, aus welchem der Rauminhalt, oder auf die Wahl des Rauminhalts, woraus der Querschnitt bestimmt wird. Es bleibt also zu bestimmen übrig, wie diese Wahl zur Vermehrung der *Empfindlichkeit* und *Dämpfung* am zweckmässigsten getroffen werden könne.

Für die Wahl des Rauminhalts, aus dem in jedem Falle die Drahtstärke zu bestimmen ist, kommt nun zunächst in Betracht, dass *die Empfindlichkeit* mit wachsendem Rauminhalte zwar anfangs auch rasch wächst, dass aber dieses Wachsthum kein gleichförmiges ist, sondern abnimmt bis es ganz verschwindet, worauf sogar der Fall eintritt, wo bei wachsendem Rauminhalte die Empfindlichkeit abnimmt. Es giebt also einen bestimmten Werth des Rauminhalts, für welchen die Empfindlichkeit am grössten ist.

Um diesen Werth zu bestimmen, muss der Ausdruck der Empfindlichkeit genauer entwickelt werden. Zum Maass der Empfindlichkeit dient diejenige Drehungsgeschwindigkeit f, welche der Nadel von der Stromeinheit in der Zeiteinheit ertheilt wird; es muss daher f zunächst entwickelt werden.

Nach dem elektromagnetischen Gesetze ist nun das von dem Elemente α einer Multiplicatorwindung, durch welche die Stromeinheit geht, auf die Galvanometernadel m ausgeübte Drehungsmoment, wenn r den Halbmesser der Windung und x den Abstand der Drehungsaxe der Nadel von der Ebene der Windung, beide in Theilen des Halbmessers c des für die Nadel freigelassenen Raums ausgedrückt, bezeichnen, im Falle der Kreisform,

$$= \frac{\alpha m}{cc} \cdot \frac{r}{(rr + xx)^{\frac{3}{2}}}.$$

Multiplicirt man diesen Ausdruck mit dx, so giebt der Integralwerth desselben von $x = -b$ bis $x = +b$, mit $2b$ dividirt, das *mittlere* Drehungsmoment aller, gleichem Werthe von r entsprechenden, Stromelemente

$$= \frac{\alpha m}{cc} \cdot \frac{1}{r\sqrt{(rr + bb)}};$$

woraus das *mittlere* Drehungsmoment aller, gleichem Werthe von r entsprechenden, Multiplicatorwindungen durch Multiplication mit $\frac{2\pi rc}{\alpha}$ erhalten wird, nämlich

$$= \frac{2\pi m}{c} \cdot \frac{1}{\sqrt{(rr + bb)}}.$$

Multiplicirt man nun ferner diesen Ausdruck mit dr, so giebt der Integralwerth von $r = 1$ bis $r = 1 + a$, mit a dividirt, das *mittlere* Drehungsmoment aller Windungen des ganzen Multiplicators

$$= \frac{2\pi m}{ac} \log \frac{1 + a + \sqrt{((1 + a)^2 + bb)}}{1 + \sqrt{(1 + bb)}},$$

woraus das Drehungsmoment des ganzen Multiplicators durch Multiplication mit der Länge l des ganzen Multiplicatordrahts und Division mit der mittleren Länge aller seiner Umwindungen $2\pi c(1 + \frac{1}{2}a)$ erhalten wird.

Der Quotient aus diesem Drehungsmomente, dividirt mit dem Trägheitsmoment der Nadel k, ist der gesuchte Ausdruck von f, oder es ist

$$f = \frac{2l}{(2 + a)acc} \cdot \frac{m}{k} \log \frac{1 + a + \sqrt{(1 + a)^2 + bb)}}{1 + \sqrt{(1 + bb)}}.$$

Bezeichnet nun w den gegebenen absoluten Widerstand des Multiplicatordrahts, und $\varkappa$ den gegebenen specifischen Widerstand des Metalls (Kupfers), woraus er besteht, so ist der Querschnitt des Drahts, nach dem Ohmschen Gesetze, $= \frac{\varkappa}{w} l$, also der Rauminhalt des ganzen Multiplicators

$$\frac{\varkappa}{w} ll = 2\pi(2 + a)abc^3.$$

Setzt man in obigen Ausdruck von f den hieraus sich ergebenden Werth von l, so erhält man

$$f = 2\,\frac{m}{k}\sqrt{\frac{2\pi w}{c\varkappa}}\,.\,\sqrt{\frac{b}{(2+a)a}}\,.\,\log\frac{1+a+\sqrt{((1+a)^2+bb)}}{1+\sqrt{(1+bb)}}$$

Da nun m, k, w, c, $\varkappa$ gegebene Grössen sind, so ändert sich die Empfindlichkeit f hienach blos mit dem Werthe von a und wird ein Maximum, wenn

$$\sqrt{\frac{b}{(2+a)a}}\,.\,\log\frac{1+a+\sqrt{((1+a)^2+bb)}}{1+\sqrt{(1+bb)}} = \text{Maximum},$$

worin b als Function von a durch die erste im Anfang des Artikels angeführte Gleichung gegeben ist. Fügt man dann noch die daselbst angeführte zweite Gleichung für v, und die aus dem Ohmschen Gesetze folgende Gleichung, $ll = \frac{w}{\varkappa}v$, für die Drahtlänge l (woraus sich der Querschnitt $= \frac{v}{l}$ ergiebt) hinzu, so lassen sich die 4 Elemente a, b, v, l bestimmen, in denen alle Vorschriften zur Construction des Multiplicators vollständig enthalten sind.

Berücksichtigt man zunächst blos die Gleichung

$$\sqrt{\frac{b}{(2+a)a}}\,.\,\log\frac{1+a+\sqrt{((1+a)^2+bb)}}{1+\sqrt{(1+bb)}} = \text{Maximum}$$

setzt aber darin $\frac{b}{1+a} = \mathfrak{C}$ als bekannt oder gegeben voraus, so kann, $r = 1+a$ gesetzt, geschrieben werden

$$\sqrt{\frac{r}{rr-1}}\,.\,\left(\log r + \log\frac{1+\sqrt{(1+\mathfrak{C}\mathfrak{C})}}{1+\sqrt{(1+(\mathfrak{C}r)^2)}}\right) = \text{Maximum},$$

woraus durch Differentiation folgt

$$\frac{1+rr}{2r^{\frac{1}{2}}(rr-1)^{\frac{3}{2}}}\left(\log r + \log\frac{1+\sqrt{(1+\mathfrak{C}\mathfrak{C})}}{1+\sqrt{(1+(\mathfrak{C}r)^2)}}\right)$$

$$-\sqrt{\frac{r}{rr-1}}\,.\,\left(\frac{1}{r} - \frac{\mathfrak{C}\mathfrak{C}rr}{(1+(\mathfrak{C}r)^2+\sqrt{(1+(\mathfrak{C}r)^2)}}\right) = 0$$

was sich zurückführen lässt auf

$$\log\frac{r+\sqrt{(rr+bb)}}{1+\sqrt{(1+bb)}} = \frac{3rr-1}{1+rr}\,.\,\frac{1}{\sqrt{(1+bb)}} - \frac{1}{\sqrt{(1+bb)}}.$$

Nimmt man nun ferner noch die im Anfang dieses Artikels angeführte Gleichung, nämlich, $r = 1 + a$ gesetzt,

$$\log \frac{r + \sqrt{(rr + bb)}}{1 + \sqrt{(1 + bb)}} = \frac{3rr - 1}{2r\sqrt{(rr + bb)}} - \frac{1}{\sqrt{(1 + bb)}}$$

hinzu, so erhält man aus diesen beiden Gleichungen eine dritte

$$(1 + rr)\sqrt{(1 + bb)} = 2r\sqrt{(rr + bb)}$$

woraus

$$bb = \frac{3rr + 1}{rr - 1}$$

folgt; und substituirt man diesen Werth von bb in die erste Gleichung, so findet man zur Bestimmung von r

$$\log \frac{r\sqrt{(rr - 1)} + rr + 1}{\sqrt{(rr - 1)} + 2r} = \frac{(rr - 1)^{\frac{3}{2}}}{r(1 + rr)}.$$

Hieraus findet man $r = 3{,}0951$, woraus $a = r - 1$, $b = \frac{3rr + 1}{rr - 1}$, $v = 2\pi(2 + a)abc^3$, $l = \sqrt{\frac{wv}{\varkappa}}$ berechnet werden kann, nämlich

$$a = 2{,}0951$$
$$b = 1{,}86178$$
$$v = 100{,}364 \, . \, c^3$$
$$l = 10{,}0182 \, . \sqrt{\frac{w}{\varkappa}} \, .$$

Alle diese Vorschriften für die Construction des Multiplicators ergeben sich also blos aus der Forderung *grösster Empfindlichkeit*, ohne alle Rücksicht auf die *Dämpfung*, und es bleibt daher besonders zu erörtern übrig, wie sich die *Dämpfung* bei einem solchen Multiplicator verhalte. Beachtet man nun in Beziehung auf die *Dämpfung*, dass sie zwar im Allgemeinen nicht allein vom Multiplicator sondern auch vom Nadelmagnetismus abhängt, dass aber in unserm Falle, wo es sich blos um die *Theorie des Multiplicators* handelt, der Nadelmagnetismus als gegeben zu betrachten sei; so kann leicht bewiesen werden, dass dieselbe unter diesen Verhältnissen, bei gegebenem Nadelmagnetismus, mit der Empfindlichkeit wächst und zugleich mit ihr den höchsten Werth erreicht, so dass durch die nämliche Construction des Multiplicators, durch welche die höchste Empfindlichkeit hergestellt wird, zugleich auch die stärkste Dämpfung erhalten werde. Wird näm-

lich das oben angegebene Maass der Empfindlichkeit wieder mit f bezeichnet, so ist, wie schon Art. 6 angeführt worden, $ff = \frac{2w}{k\tau}\lambda$, wo τ die Schwingungsdauer bei geschlossener Kette (die sich zur Schwingungsdauer t bei offener Kette wie $\sqrt{\left(1+\frac{\lambda\lambda}{\pi\pi}\right)} : 1$ verhält) und w den Widerstand der ganzen Kette, zu welcher der Multiplicator und Inductor gehört, bezeichneten, ferner $e^{\lambda} : 1$ das Verhältniss zweier auf einander folgenden Schwingungsbögen war, dessen Exponent $\lambda = \frac{k\tau}{2w} \cdot ff$, bei gegebener Schwingungsdauer, als Maass der Dämpfung genommen werden kann. Dieses Maass der Dämpfung ist also, bei constantem Werth des Faktors $\frac{k\tau}{2w}$, dem Quadrate der Empfindlichkeit f proportional, woraus folgt, dass der höchsten Empfindlichkeit auch die stärkste Dämpfung entspricht.

Für den Fall der höchsten Empfindlichkeit war aber nach S. 40

$$f = 2\frac{m}{k}\sqrt{\frac{2\pi w}{cx}} \cdot \sqrt{\frac{b}{(2+a)a}} \cdot \log\frac{1+a+\sqrt{((1+a)^2+bb)}}{1+\sqrt{(1+bb)}} = 1{,}79227 \cdot \frac{m}{k}\sqrt{\frac{w}{cx}}$$

wo w den *Multiplicatorwiderstand* bezeichnete; der Widerstand der *ganzen Kette* ergab sich doppelt so gross, so dass nach dieser Bezeichnung

$$\lambda = \frac{k\tau}{4w} ff = 0{,}803056 \cdot \frac{\tau}{c} \cdot \frac{mm}{kx}.$$

Nun sollte aber nach Art. 9 das Verhältniss $e^{\lambda} : 1 = e : 1$ sein, folglich

$$\lambda = 0{,}803056 \cdot \frac{\tau}{c} \cdot \frac{mm}{kx} = 1.$$

Wäre also die der höchsten Empfindlichkeit entsprechende Dämpfung zu stark, so brauchte nur die Galvanometernadel mit einer schwächeren vertauscht zu werden, wobei es leicht so eingerichtet werden kann, dass $\frac{m}{k}$, und folglich die Empfindlichkeit f, bei dieser Vertauschung unverändert bleibt.

14.

Der Einfachheit wegen sind in dem vorigen Artikel blos die Vorschriften zur Construction eines Multiplicators mit *kreisförmigen* Umwindungen ent-

wickelt worden, ungeachtet zu feineren Beobachtungen in der Regel *langgestreckte* Multiplicatoren gebraucht werden; es leuchtet aber ein, dass aus den Art. 12 auch für *langgestreckte* Multiplicatoren entwickelten Bestimmungen ähnliche Vorschriften für die letzteren abgeleitet werden können. Für den praktischen Gebrauch wird es aber selten einer solchen genaueren Entwickelung bedürfen, sondern es wird genügen, den Querschnitt eines *langgestreckten* Multiplicators den Art. 12 gegebenen Vorschriften gemäss einzurichten, im Uebrigen aber die im vorigen Artikel für kreisförmige Multiplicatoren gegebenen Vorschriften zu befolgen, blos mit der Abänderung, dass der Ausdruck der Empfindlichkeit f in dem Verhältniss von

$$1 : \frac{2+\pi}{2\pi}\sqrt{\frac{\pi c(1+\frac{1}{2}a)}{\pi c(1+\frac{1}{2}a)+l^0}}$$

verkleinert wird, wonach auch das Verhältniss zweier auf einander folgenden Schwingungsbögen abzuändern, nämlich dessen Exponent

$$\lambda = 0{,}803056 \cdot \left(\frac{2+\pi}{2\pi}\right)^2 \cdot \frac{\pi c(1+\frac{1}{2}a)}{\pi c(1+\frac{1}{2}a)+l^0} \cdot \frac{\tau}{c} \cdot \frac{mm}{k\varkappa}$$

zu setzen ist: folglich, weil nach Art. 9 $e^\lambda : 1 = e : 1$ sein soll,

$$0{,}803056 \cdot \left(\frac{2+\pi}{2\pi}\right)^2 \cdot \frac{\pi c(1+\frac{1}{2}a)}{\pi c(1+\frac{1}{2}a)+l^0} \cdot \frac{\tau}{c} \cdot \frac{mm}{k\varkappa} = 1\,.$$

Es genügt nämlich hier, wie in der Note zu Art. 10, nur eine einzige Windung des Multiplicators in Betracht zu ziehen, deren Drehungsmoment für grosse Werthe von l^0 im Verhältnisse von $2\pi : 2+\pi$ verkleinert wird. Dazu kommt, dass, indem die Drahtmasse durch die Verlängerung des Multiplicators, bei unverändertem Querschnitte und Widerstande, im Verhältnisse von $\pi c(1+\frac{1}{2}a) : \pi c(1+\frac{1}{2}a)+l^0$ wächst, die Zahl der Umwindungen, und proportional damit sowohl das Drehungsmoment als auch die Empfindlichkeit des ganzen Multiplicators in dem Verhältnisse von $\sqrt{(\pi c(1+\frac{1}{2}a)+l^0)} : \sqrt{\pi c(1+\frac{1}{2}a)}$ abnehmen.

Endlich möge noch bemerkt werden, dass in der hier entwickelten Theorie des Multiplicators, ebenfalls blos der Einfachheit wegen, nur eine einfache *vom Multiplicator umschlossene* Nadel in Betracht gezogen worden ist. Für ein *astatisches Nadelsystem*, nach Art. 11, können daher die gefundenen Resultate nur dann unmittelbare Anwendung finden, wenn die vom Multiplica-

tor nicht umschlossene Nadel, was leicht geschehen kann, vom Multiplicator so fern gehalten wird, dass seine Wirkung auf dieselbe gegen die auf die umschlossene Nadel verschwindet. In der Regel ist dies aber nicht der Fall, sondern die beiden Nadeln werden gewöhnlich symmetrisch in gleichem Abstande von der oberen Seite des Multiplicators aufgehangen, woraus sich eine Vergrösserung der Empfindlichkeit so wohl wie der Dämpfung ergiebt. Es wird nämlich dadurch bei einem *langgestreckten* Multiplicator die Empfindlichkeit nahezu in dem Verhältnisse von 3 : 4, die Dämpfung in dem Verhältnisse von 9 : 16 vergrössert.

III. Galvanometrische Beobachtungen.

15.

Nach Erörterung der Methode der absoluten Widerstandsmessung und der Construction des Galvanometers gehen wir zur Betrachtung der *Beobachtungen* über, welche in *galvanometrische* und *magnetische* zerfällt werden können, von denen aber die letzteren blos die Intensität des horizontalen Theils des Erdmagnetismus betreffen, dessen Bestimmung nach absolutem Werthe schon von Gauss so vollständig abgehandelt worden ist, dass die dazu erforderlichen Beobachtungen keiner weiteren Betrachtung mehr bedürfen.

Sollten nun die *galvanometrischen Beobachtungen* mit einem nach den Vorschriften des vorigen Abschnitts construirten Galvanometer gemacht werden, so müsste zur Herstellung desselben derjenige *Etalon*, um dessen Widerstand es sich vorzugsweise handelt, nämlich der zum allgemeinen Gebrauche ausersehene und zur Vergleichung der Widerstände aller Körper dienende Etalon, wirklich vorhanden und gegeben sein; denn er soll den Maassstab abgeben, nach welchem das Galvanometer zu construiren ist, damit der Widerstand der vom Multiplicator des Galvanometers und vom Inductor gebildeten Kette seinem Widerstande gleich werde, was nöthig ist, damit beide mit einander unmittelbar verglichen werden können.

Wäre nun dieser *Etalon-Widerstand* wirklich vorhanden und gegeben und seinem absoluten Werthe nach wenigstens näherungsweise bekannt, nämlich $W = 2w$, so würde hienach, den im vorigen Abschnitte entwickelten Regeln gemäss, ein speciellerer Anschlag zur Construction des ganzen galvanometrischen Apparats, des Galvanometers sowohl wie des Inductors, in folgender Weise leicht gemacht werden können.

Man nehme z. B. den Halbmesser des für die Galvanometernadel frei zu lassenden Raums $c = 20$ Millimeter an; im Falle eines *kreisförmigen* Multiplicators würde dann nach der Gleichung $v = 100{,}364 \,.\, c^3$ der Rauminhalt des Multiplicators $= 802912$ Cubikmillimeter erhalten werden. Dieser Draht wäre sodann der Vorschrift gemäss, nach welcher $b = 1{,}86178$ sein soll, in Gestalt eines Ringes von $2c = 40$ Millimeter Durchmesser im Lichten und $2bc = 74{,}4712$ Millimeter Höhe aufzuwickeln, wonach der äussere Ringdurchmesser $2(1+a)c = 123{,}804$ Millimeter sich ergiebt. — Im Fall eines *langgestreckten* Multiplicators, welcher nöthig ist, um stärkere Nadeln anwenden und dadurch stärkere Dämpfung herstellen zu können, wäre nun zwar genau genommen der angegebene Querschnitt, den im vorigen Abschnitt entwickelten Regeln gemäss, etwas zu verändern, der äussere Durchmesser nämlich etwas zu vergrössern, die Ringhöhe dagegen etwas zu verkleinern, wobei auch die Grösse des Querschnitts eine kleine Aenderung erleiden würde. Da aber die danach genau bestimmte Grösse des Querschnitts einem Maximum-Werthe der Empfindlichkeit entsprechen würde, wo kleine Aenderungen des Querschnitts nur einen unerheblichen Einfluss auf die Empfindlichkeit haben, so genügt es für den praktischen Zweck des Anschlags, an die unveränderte Grösse des für einen kreisförmigen Multiplicator berechneten Querschnitts sich zu halten, wozu es jedoch nöthig ist, den Rauminhalt des Multiplicators in dem Verhältniss von $\pi c(1+\frac{1}{2}a) : \pi c(1+\frac{1}{2}a)+l^0$ zu vergrössern, wenn l^0 die Länge der zwischen den beiden Halbringen eingeschalteten Parallelseiten bezeichnet. Nun ist $\pi c(1+\frac{1}{2}a) = 128{,}65$ Millimeter, folglich wäre, für $l^0 = 128{,}65$, der Rauminhalt $= 1605824$, für $l^0 = 385{,}95$, der Rauminhalt $= 3211648$ Cubikmillimeter zu setzen. Die Drahtmasse würde hienach, wenn man für Kupfer, aber mit Berücksichtigung der zur Isolation dienenden Umspinnung und der bei cylindrischer Drahtform

bleibenden Zwischenräume, die mittlere Dichtigkeit $= 6$ annimmt, für $l^0 = 128{,}65$ zu 9634944, für $l^0 = 385{,}95$ zu 19269888 Milligramm zu veranschlagen sein. Dieser Draht würde also auf einen Multiplicatorrahmen zu wickeln sein, welcher von zwei Halbkreisen, jeder von 20 Millimeter Halbmesser, und von zwei Parallelseiten, jede von der Länge $l^0 = 128{,}65$ oder $l^0 = 385{,}95$ Millimeter gebildet wäre, und der für den Draht einen ringförmigen Raum, der an Höhe etwas kleiner sein soll als der für einen kreisförmigen Multiplicator angegebene Werth $2bc$, also einen Raum von nahe 70 Millimeter Höhe, liesse. Die Länge l endlich des aus der angegebenen Masse zu bildenden Drahts würde aus der Gleichung $ll = \frac{w}{\varkappa} v$ erhalten, wo $\varkappa$ den Widerstand des Drahts bei 1 Millimeter Länge und 1 Quadratmillimeter Querschnitt bezeichnet, wofür in runder Zahl, bei der angenommenen Dichtigkeit $= 6$, der Werth $\varkappa = \frac{1}{6} \,.\, 2000000$ gerechnet werden kann. Hienach ergiebt sich für $l^0 = 128{,}65$ der Werth von $l = 2{,}1949 \sqrt{w}$, für $l^0 = 385{,}95$ aber $l = 3{,}104 \sqrt{w}$. Wäre also z. B. der gegebene Etalon-Widerstand $W = 2w = 2 \,.\, 10^{10}$, so wäre aus der angegebenen Masse für den Fall $l^0 = 128{,}65$ eine Drahtlänge von 219490 Millimeter, die 426 Umwindungen bilden würde, für den Fall $l^0 = 385{,}95$ eine Drahtlänge von 310400 Millimeter, die 302 Umwindungen bilden würde, herzustellen.

Was sodann die Herstellung des *astatischen Nadelsystems* betrifft, so kann das Trägheitsmoment k desselben in das der beiden Nadeln und das ihres festen Verbindungsstücks nebst Spiegel und übrigem Zubehör getheilt werden. Letzteres kann, da es von der Wahl der Nadeln unabhängig ist, als gegeben betrachtet werden und werde z. B. für Millimeter und Milligrammen als Raum- und Massenmaass, $= 20 \,.\, 10^6$ angenommen. Auch die Länge der Nadeln, welche sich nach der Länge des Multiplicators richten muss, kann für $l^0 = 128{,}65$ höchstens zu 150, für $l^0 = 385{,}95$ höchstens zu 400 Millimetern veranschlagt werden, wonach das Trägheitsmoment der beiden Nadeln im erstern Falle $= \frac{1}{12} \,.\, 150^2 \,.\, p$, im letztern Falle $= \frac{1}{12} \,.\, 400^2 \,.\, (\frac{8}{3})^3\, p$ zu rechnen ist, wobei dünne und homogene Nadeln von ähnlicher Gestalt vorausgesetzt und die Masse des kleineren Nadelpaars mit p bezeichnet ist. Hienach ist also das Trägheitsmoment des ganzen astatischen Nadelsystems,

für $l^0 = 128{,}65$, $k = 20 \,.\, 10^6 + \frac{1}{12} \,.\, 150^2 \,.\, p$, für $l^0 = 385{,}95$, $k = 20 \,.\, 10^6 + \frac{1}{12} \,.\, 400^2 \,.\, (\frac{8}{3})^3 \,.\, p$. Die Schwingungsdauer des Systems kann durch angemessene Wahl des Aufhängungsdrahts ganz den Bedürfnissen der Beobachtung angepasst werden, wonach die Schwingungsdauer $\tau = 30$ Secunden angenommen werde. Da nun ausserdem der Widerstand des Drahts bei 1 Millimeter Länge und 1 Quadratmillimeter Querschnitt $\varkappa = \frac{1}{6}\, 2000000$ angenommen worden ist, so ergiebt sich nach der Gleichung Art. 14

$$0{,}803056 \,.\, \left(\frac{2+\pi}{2\pi}\right)^2 \,.\, \frac{\pi c(1+\frac{1}{2}a)}{\pi c(1+\frac{1}{2}a)+l^0} \,.\, \frac{\tau}{c} \,.\, \frac{mm}{\varkappa k} = 1$$

für $l^0 = 128{,}65$ der Werth des Magnetismus einer Nadel m gleich dem geometrischen Mittel aus den beiden Zahlen 824880 und $20 \,.\, 10^6 + 1875\,p$; für $l^0 = 385{,}95$ gleich dem aus den beiden Zahlen 1649760 und $20 \,.\, 10^6 + 252840\,p$. Wird also die Masse einer kleineren Nadel $\frac{1}{2}\,p = 50000$ Milligramm genommen, so soll ihr magnetisches Moment $= 13083000$, folglich für jedes Milligramm im Mittel 261,66 Einheiten betragen; die Masse der grösseren Nadel würde dann bei ähnlicher Gestalt 948160 Milligramm betragen und ihr magnetisches Moment sollte $= 204310000$, folglich für jedes Milligramm 215,48 Einheiten betragen. Magnetnadeln von dieser Grösse und Stärke lassen sich aber leicht darstellen.

Nach der am Schlusse von Art. 14 gemachten Bemerkung gelten aber diese Bestimmungen für ein *astatisches Nadelsystem* nur dann, wenn die äussere Nadel weit genug vom Multiplicator entfernt gehalten wird. Ist aber die Einrichtung so getroffen, dass die obere Seite des Multiplicators symmetrisch zwischen beiden Nadeln liegt, so ergiebt sich daraus für obige Gleichung die Aenderung, dass die Einheit im zweiten Gliede mit dem Bruch $\frac{9}{16}$ zu vertauschen ist, wonach die magnetischen Momente der Nadeln im Verhältniss von 4 : 3 kleiner erhalten werden, nämlich für die kleinere Nadel $= 9812250$, für die grössere Nadel $= 153232500$ Einheiten.

Was endlich den *Inductor* betrifft, so soll derselbe so construirt werden, dass die dazu verwendete Drahtlänge $2\pi\Sigma r$ einen Widerstand besitzt, welcher dem Widerstande w des Multiplicators nach Abzug des Widerstandes der Verbindungsdrähte gleich ist; es ist also, wenn alle Drähte gleicher Art sind, $2\pi\Sigma r = l - l'$, wenn l' die Länge der beiden Verbindungsdrähte be-

zeichnet. Der Integralwerth des von einem Inductionsstosse hervorgebrachten Stromes ist alsdann, bei inducirendem Erdmagnetismus T, $\int idt = \frac{2\pi T}{2w} . \Sigma rr$ und folglich die durch einen solchen Inductionsstoss dem astatischen Nadelsystem ertheilte Drehungsgeschwindigkeit nach Art. 13 $\gamma = f . \int idt = 2\pi T . \Sigma rr . \sqrt{\frac{1}{wk\tau}}$, wenn τ die Schwingungsdauer bei geschlossener Kette bezeichnet und in dem Verhältniss $e^{\lambda} : 1$ zweier auf einander folgenden Schwingungsbögen $\lambda = 1$ ist. Aus dieser Drehungsgeschwindigkeit γ ergiebt sich, wenn sie der Nadel in der Ruhelage ertheilt wird, die Grösse der ersten darauf folgenden Ablenkung $\alpha = \gamma\tau . \frac{1+ee}{\sqrt{(1+\pi\pi)}} . e^{-(\frac{3}{2}+\frac{1}{\pi}\text{ arc tang}\frac{1}{\pi})}$, oder, wenn für γ sein Werth gesetzt wird,

$$\alpha = 2\pi T . \Sigma rr . (1+ee)\sqrt{\frac{\tau}{(1+\pi\pi)wk}} . e^{-(\frac{3}{2}+\frac{1}{\pi}\text{ arc tang}\frac{1}{\pi})} .$$

Wären die Halbmesser aller Inductorwindungen gleich und ihre Anzahl n, so wäre die ganze Drahtlänge $l - l' = 2n\pi r$ und $\Sigma rr = nrr = \frac{l-l'}{2\pi} r$.
Nach Substitution dieses Werthes erhält man aus der vorigen Gleichung

$$r = \frac{\alpha}{(1+ee)(l-l')T} . \sqrt{\frac{(1+\pi\pi)wk}{\tau}} . e^{\frac{3}{2}+\frac{1}{\pi}\text{ arc tang}\frac{1}{\pi}}$$

worin α so gross genommen werden kann, als die Skale, mit welcher die Ablenkungen der Nadel beobachtet werden sollen, es gestattet, da die nach der Zurückwerfungsmethode zu beobachtenden Ablenkungen den Werth α nie ganz erreichen. Wird also, wie es bei Magnetometern meist geschieht, eine 1 Meter lange Skale in 5 Meter Abstand vom Spiegel gebraucht, so kann $\alpha = \frac{1}{20}$ gesetzt werden, und ist $T = 1{,}81$ (wie gegenwärtig in Göttingen), so erhält man, da $\tau = 30$ angenommen worden,

$$r = 0{,}009799 . \frac{\sqrt{wk}}{l-l'} .$$

In dem schon angeführten Beispiele, wo $W = 2w = 2 . 10^{10}$, ergiebt sich hieraus im *ersten* Falle, nämlich bei einem Multiplicator für welchen $l^0 = 128{,}65$, $l = 219490$ und $k = 20 . 10^6 + 1875\ p$, für $p = 100000$ und $l' = 10000$,

$r = 67,38$ Millimeter; im *zweiten* Falle, nämlich bei einem Multiplicator für welchen $l^0 = 385,95$, $l = 310400$ und $k = 20 \, . \, 10^6 + 252840 \, p$, für dieselben Werthe von p und l', $r = 518,9$ Millimeter. Doch ist zu bemerken, dass im Falle eines astatischen Nadelsystems hiebei vorausgesetzt worden ist, dass die äussere Nadel so entfernt vom Multiplicator sich befinde dass seine Wirkung auf dieselbe gegen die auf die umschlossene Nadel verschwinde. Lägen aber beide Nadeln symmetrisch gegen die obere Seite des Multiplicators, so wäre r nahezu in dem Verhältniss von 4 : 3 zu verkleinern und es würde dann im *ersten* Fall $r = 50,53$, im *zweiten* $r = 389,18$ Millimeter sein sollen.

Sollten nun aber diese gefundenen Halbmesser für die genaue Ausmessung oder bequeme Drehung des Inductors nicht recht passen, so braucht man nur zur Construction des Inductors eine andere Drahtsorte zu nehmen als zum Multiplicator. Soll z. B. der Halbmesser den Werth μr statt r erhalten, so nehme man einen Draht, dessen Länge und Querschnitt zu denen des Multiplicatordrahts sich verhalten wie $1 : \mu$; es bleiben dann der Widerstand und die Summe der von allen Windungen umschlossenen Kreisflächen, folglich auch die von einem Inductionsstoss hervorgebrachten Wirkungen ganz unverändert.

Mit einem auf diese Weise, allen vorgeschriebenen Regeln gemäss hergestellten, Apparate würden also die *galvanometrischen Beobachtungen* zu machen sein, aus denen (in Verbindung mit der, mit den Instrumenten eines magnetischen Observatoriums ausgeführten und auf Ort und Zeit der galvanometrischen Beobachtungen zurückgeführten, Messung der horizontalen erdmagnetischen Kraft) der gegebene *Etalon - Widerstand* seinem absoluten Werthe nach bestimmt werden sollte. — Ein solcher Apparat kann nun aber gegenwärtig, wo der für die Construction maassgebende, im allgemeinen Gebrauche befindliche und zur Vergleichung der Widerstände aller Körper dienende Etalon noch mangelt, nicht hergestellt werden.

Handelt es sich daher, wie schon bemerkt, hier nicht um die definitive Bestimmung eines solchen *Etalon - Widerstandes*, sondern nur um Prüfung der dazu erforderlichen *galvanometrischen Beobachtungen*, von denen eine Genauigkeit verlangt wird, welche der der übrigen Beobachtungen wenigstens gleichkommt, so genügen dazu auch Beobachtungen mit einem Apparate, wel-

cher nicht allen vorgeschriebenen Regeln entspricht, wenn nur die Abweichungen entweder geringen Einfluss auf die Genauigkeit haben, oder wenn ihr Einfluss leicht und genau bestimmt werden kann. Es genügen daher zu diesem Zwecke folgende Beobachtungen.

16.

Die folgenden Beobachtungen sind mit einem Apparate gemacht, der von den gegebenen Vorschriften wesentlich nur darin abwich, dass ein schon vorhandener und genau bekannter Inductor benutzt wurde, dessen Widerstand bedeutend grösser war als der des Multiplicators. Der davon herrührende Einfluss auf die Beobachtungen lässt sich leicht bestimmen und wird unten näher betrachtet werden. Diese Abweichung ist daher, wenn es sich blos um Prüfung der in den *galvanometrischen Beobachtungen* erreichbaren Sicherheit und Genauigkeit handelt, von keinem erheblichen Nachtheil und die folgenden damit gemachten Beobachtungen können zu diesem Zwecke recht wohl benutzt werden.

Die folgende Tafel enthält einen Satz solcher nach der *Methode der Zurückwerfung* gemachten Beobachtungen, in fünf Columnen geordnet, in der Weise, dass, der Zeit nach, die *erste* Columne die Beobachtungen 1, 5, 9 u. s. w., die *zweite* die Beobachtungen 2, 6, 10 u. s. w., die *dritte* die Beobachtungen 3, 7, 11 u. s. w., die *vierte* die Beobachtungen 4, 8, 12 u. s. w. enthält. Die Beobachtungen der beiden ersten Columnen sind die den *negativen* Inductionsstössen zunächst vorangegangenen und nachgefolgten Elongationen der Galvanometernadel; die Beobachtungen der beiden letzten Columnen sind die den *positiven* Inductionsstössen zunächst vorangegangenen und gefolgten Elongationen. Die Zahlen sind die im Augenblicke der grössten Ablenkung beobachteten Skalentheile.

1.	2.	3.	4.
661,5	600,9	844,8	904,9
659,6	598,7	842,7	903,0
657,2	596,2	840,0	900,4
654,5	593,5	837,5	897,7
751,7	590,4	834,8	894,8
649,5	588,3	832,6	892,7
647,3	586,2	830,5	890,8
645,4	584,7	828,2	889,0
643,3	582,3	826,7	886,7
641,4	580,4	824,3	884,5
639,2	578,0	822 3	882,6
637,5	576,6	820,3	881,3
635,2	574,8	819,0	879,7
634,2	573,9	817,9	879,3
632,8	573,1	816,1	877,0

Der Ruhestand der Nadel lässt sich aus je 4 der Zeit nach auf einander folgenden Beobachtungen für den symmetrisch in der Mitte zwischen diesen Beobachtungen fallenden Augenblick bestimmen. Das Mittel zwischen zwei solchen aufeinander folgenden Ruheständen giebt alsdann den Ruhestand, welcher dem Augenblicke der dazwischen liegenden Elongation entspricht. Auf diese Weise sind die allen einzelnen Elongationsbeobachtungen der vorigen Tafel entsprechenden Ruhestände berechnet und die nach ihrem Abzuge sich ergebenden Elongationsweiten in folgender Tafel zusammengestellt worden: die beiden ersten und die beiden letzten Angaben in dieser Tafel sind mit Zuziehung zweier den Beobachtungen voriger Tafel vorausgehender und zweier nachfolgender, die blos zu diesem Zwecke gemacht worden waren, bestimmt.

1.	2.	3.	4.
— 92,49	— 152,46	+ 92,01	+ 152,63
— 92,14	— 152,54	+ 92,00	+ 152,91
— 92,24	— 152,57	+ 91,89	+ 152,96
— 92,29	— 152,64	+ 92,05	+ 152,99
— 92,29	— 152,89	+ 92,15	+ 152,69
— 92,07	— 152,74	+ 92,10	+ 152,74
— 92,14	— 152,74	+ 92,04	+ 152,76
— 92,16	— 152,35	+ 91,64	+ 153,00
— 92,21	— 152,74	+ 92,19	+ 152,66
— 92,10	— 152,52	+ 91,93	+ 152,70
— 92,05	— 152,76	+ 91,99	+ 152,68
— 92,00	— 152,49	+ 91,66	+ 153,18
92,54	— 152,57	+ 91,95	+ 152,89
— 92,36	— 152,47	+ 91,75	+ 153,43
— 92,75	— 151,94	+ 91,49	+ 152,91
— 92,255	— 152,561	+ 91,923	+ 152,875

Beim ersten Anblick ergiebt sich eine sehr befriedigende Uebereinstimmung unter diesen Beobachtungen, die noch mehr einleuchtet, wenn man beachtet, dass jede kleine Störung, welche die Elongation vor einem Inductionsstoss etwas verkleinert oder vergrössert, eine Vergrösserung oder Verkleinerung der nächst folgenden Elongation bewirkt. Es geben daher die Mittelwerthe aus den beiden ersten und aus den beiden letzten Columnen, worin sich diese entgegengesetzten Einflüsse nahezu ausgleichen, einen noch bestimmteren Prüfstein für die Genauigkeit der Resultate, welche nach dieser Beobachtungsmethode erlangt werden kann. Diese Mittelwerthe sind folgende.

1. 2.	Unterschied vom Mittel.	3. 4.	Unterschied vom Mittel.
— 122,475	+ 0,067	+ 122,320	+ 0,079
— 122,340	— 0,068	+ 122,455	— 0,056
— 122.405	— 0,003	+ 122,425	— 0,026
— 122,465	+ 0,057	+ 122,520	— 0,121
— 122,590	+ 0,182	+ 122,420	— 0,021
— 122,405	— 0,003	+ 122,420	— 0,021
— 122,440	+ 0,032	+ 122,400	— 0,001
— 122,255	— 0,153	+ 122,320	+ 0,079
— 122,475	+ 0,067	+ 122,425	— 0,026
— 122,310	— 0,098	+ 122,315	+ 0,084
— 122,405	— 0,003	+ 122,335	+ 0,064
— 122,245	— 0,163	+ 122,420	— 0,021
— 122,555	+ 0,147	+ 122,420	— 0,021
— 122,415	+ 0,007	+ 122,590	— 0,191
— 122,345	— 0,063	+ 122,200	+ 0,199
— 122,408	± 0,095	+ 122,399	± 0,089

Hieraus sieht man, dass der Unterschied der einzelnen Werthe von ihrem Mittel im Mittel weniger als $\frac{1}{10}$ Skalentheil beträgt.

17.

Nach der im vorigen Artikel geprüften Feinheit der Beobachtungsmethode genügt es für die weitere Betrachtung sich blos an die 4 Mittelwerthe der beobachteten Elongationen zu halten, nämlich, den 4 Columnen entsprechend:

$$-\ 92{,}255 \qquad -\ 152{,}561 \qquad +\ 91{,}923 \qquad +\ 152{,}875.$$

Es sollte nun hierin die erste der dritten und die zweite der vierten Elongation entgegengesetzt gleich sein. Dass dies nicht ganz genau zutrifft, hat seinen Grund darin, dass in Folge der aus den im vorigen Artikel angeführten Beobachtungen unmittelbar erkennbaren allmähligen Abnahme des Ruhestandes der Galvanometernadel, die einzelnen Inductionsstösse nicht genau in dem Augenblicke, wo die Nadel die Ruhelage passirte, sondern in einem Augenblicke, wo die Nadel einen etwas höheren Skalenpunkt (nämlich denjenigen, welcher kurz vorher Ruhestand gewesen war) passirte, gegeben wurden, woraus sich leicht ergiebt, dass bei gleichförmig sinkendem Ruhe-

stande die erste und die dritte Elongation nahezu um ebenso viel zu klein als die zweite und vierte zu gross gefunden werden musste. Dieses allmählige Sinken des Ruhestandes war eine Folge der elastischen Nachwirkung des erst vor kurzen aufgehangenen Eisendrahts, welcher die Galvanometernadel trug, und würde mit der Zeit verschwunden sein. Diese Zeit abzuwarten schien nicht nöthig, weil bei der Gleichförmigkeit des Sinkens sich daraus kein nachtheiliger Einfluss für die Messung ergiebt. Auch ist es leicht, diesen Einfluss in Rechnung zu bringen, indem man den beobachteten Elongationen eine kleine Correction $+x$ beifügt. Wenn man also statt der beobachteten Elongationen

$$-92{,}255+x \quad -152{,}561-x \quad +91{,}923+x \quad +152{,}875-x$$

und $x = 0{,}1615$ setzt, so erhält man die corrigirten Werthe:

$$-92{,}0935 \quad -152{,}7225 \quad +92{,}0845 \quad +152{,}7135$$

welche von der verlangten Symmetrie nicht um $\frac{1}{100}$ Skalentheil abweichen.

Für die weitere Betrachtung, wo nur die Differenz der vierten und zweiten Elongation $= 2a'$ und die der dritten und ersten $= 2b'$ in Rechnung kommen, bedarf es dieser Correctionen gar nicht, weil diese Differenzen davon unabhängig sind, nämlich:

$$2a' = 305{,}436$$
$$2b' = 184{,}178.$$

Bezeichnet nun r den Abstand des Spiegels von der Skale, und setzt man

$$a' = r \operatorname{tang} 2\varphi,\ b' = r \operatorname{tang} 2\varphi',$$

so sind φ und φ' die Ablenkungswinkel der Galvanometernadel und können, wenn sie klein sind, den Art. 10 mit a und b bezeichneten Elongationen gleich gesetzt werden, aus denen die Drehungsgeschwindigkeit γ und das logarithmische Decrement λ berechnet werden sollen. Für grössere Werthe von φ und φ' dagegen wachsen a und b, welche den Drehungsgeschwindigkeiten proportional bleiben sollen, wie die Sinusse der halben Ablenkungswinkel, wonach

$$a = 2 \sin \tfrac{1}{2}\varphi,\ b = 2 \sin \tfrac{1}{2}\varphi'$$

zu setzen ist. Auch diesen für Nadeln, die ohne Dämpfung schwingen, exacten Ausdrücken *) würde streng genommen noch eine kleine Correction

---

*) Für Nadeln, die ohne Dämpfung schwingen, bezeichnet nämlich nach Art. 4

beizufügen sein, die sich aus der bisher nicht entwickelten Theorie der Nadelschwingungen für grössere Schwingungsbögen unter Einwirkung der Dämpfung ergeben würde, die aber bei so kleinen Schwingungsbögen, wie mit Magnetometernadeln beobachtet werden, vernachlässigt werden darf.

Entwickelt man nun a und b nach Potenzen von $\frac{a'}{r}$ und $\frac{b'}{r}$, so erhält man

$$a = \frac{1}{2} \cdot \frac{a'}{r} - \frac{11}{64} \cdot \frac{a'^3}{r^3} + \ldots$$

$$b = \frac{1}{2} \cdot \frac{b'}{r} - \frac{11}{64} \cdot \frac{b'^3}{r^3} + \ldots .$$

Bei den im vorigen Artikel beschriebenen Beobachtungen, aus denen $a' = 152{,}718$, $b' = 92{,}089$ in Skalentheilen erhalten wurde, war der Abstand des Spiegels von der Skale $r = 3245$ Skalentheile; folglich war

$$a = 0{,}023503$$
$$b = 0{,}014186 .$$

18.

Den Art. 16 beschriebenen Galvanometerbeobachtungen sind ferner die Hülfsbeobachtungen bei *geöffneter* Kette, über *Schwingungsdauer* und *Abnahme der Schwingungsbögen*, beizufügen. Diese Beobachtungen gaben

---

a das Product aus der Schwingungsdauer t in die grösste Schwingungsgeschwindigkeit mit π dividirt. Die grösste Schwingungsgeschwindigkeit ist aber $= \frac{1}{2}\gamma$, wenn γ die ganze durch den Inductionsstoss hervorgebrachte Aenderung bezeichnet, weil ohne Dämpfung die Nadelgeschwindigkeit vor und nach dem Inductionsstoss (bei der Zurückwerfungsmethode) entgegengesetzt gleich sein soll; folglich ist $a = \frac{t}{2\pi}\gamma$. Eine Nadel aber, deren Schwingungsdauer $= t$ ist, schwingt ebenso wie ein einfaches Pendel von der Länge $l = \frac{gtt}{\pi\pi}$, welches, wenn es im untersten Punkte seiner Bahn die Drehungsgeschwindigkeit $\frac{1}{2}\gamma$ besitzt, bis zur Höhe $\frac{\frac{1}{4}\gamma\gamma ll}{2g} = l$ sin vers φ aufsteigt, woraus $\frac{1}{2}\gamma = \frac{2\pi}{t}$ sin $\frac{1}{2}\varphi$ folgt, also $a = 2 \sin \frac{1}{2}\varphi$.

Nr. der Schwingung	Zeit	Schwingungsbogen
0.	11h 34′ 59″,15	464,0
17.	45 23,20	376,3
34.	55 47,39	307,6

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich die auf unendlich kleine Bögen reducirte Schwingungsdauer = 36″7109 nach Uhrzeit, oder es war, nach Reduction der Uhrzeit auf mittlere Zeit, die Schwingungsdauer bei *geöffneter* Kette $t_0 = 36''7061$.
Für die Abnahme der Schwingungsbögen bei *geöffneter* Kette ergiebt sich daraus ferner das logarithmische Decrement

$$\lambda_0 = 0{,}01209.$$

Zu diesen Beobachtungsresultaten sind noch die Constanten der Instrumente, nämlich das Trägheitsmoment der Galvanometernadel K, und, für den Inductor, der Werth von $S = \Sigma\pi rr$, wenn r den Halbmesser der Inductorwindungen bezeichnet, und endlich noch die durch *magnetische Messung* gefundene horizontale Intensität des Erdmagnetismus zur Zeit und am Orte der Galvanometerbeobachtungen hinzuzufügen, nämlich

$$K = 1132000000$$
$$S = 39216930$$
$$T = 1{,}8164\ .$$

Der Inductor war derselbe, welcher im 5. Bande dieser Abhandlungen beschrieben und zu Inclinationsmessungen benutzt worden ist, wo auch der Werth von S schon angegeben worden. Der Werth des Trägheitsmoments K und der horizontalen Intensität des Erdmagnetismus T sind aber nach den von Gauss in der Intensitas gegebenen Vorschriften bestimmt worden.

Diese Resultate der Hülfsbeobachtungen, zu denen der galvanometrischen hinzugefügt, geben endlich alle Elemente zur Bestimmung des Widerstands der vom Multiplicator und Inductor gebildeten Kette bei der Temperatur von 17,5 Grad der 100 theiligen Skale, bei welcher die Galvanometerbeobachtungen gemacht worden waren, nach *absolutem Werthe.* Denn zuerst ergiebt sich nach der Theorie der Zurückwerfungsmethode aus den angeführten Werthen

$$a = 0{,}023503,\ b = 0{,}014186,\ t_0 = 36{,}7061,\ \lambda_0 = 0{,}01209$$

$$\gamma = \frac{\sqrt{(\pi\pi+\lambda_0\lambda_0)}}{t_0}\left(a\sqrt{\frac{a}{b}}+b\sqrt{\frac{b}{a}}\right).\left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{1}{\pi}\text{arc tang}\left(\frac{1}{\pi}\log\text{nat}\frac{a}{b}\right)} = 0{,}0033304$$

$$\lambda_1 = \log\text{nat}\,\frac{a}{b} = 0{,}50487;$$

sodann erhält man nach Art. 7, wo $S = n\pi rr$ gesetzt war, mit den angegebenen Werthen von K, S, T den Widerstand der ganzen Kette

$$w = \frac{8S^2T^2}{K\gamma\gamma t_0}\,.\,(\lambda_1-\lambda_0)\,.\sqrt{\frac{\pi\pi+\lambda_0\lambda_0}{\pi\pi+\lambda_1\lambda_1}} = 42855\,.\,10^6\,\frac{\text{Millimeter}}{\text{Secunde}}.$$

19.

Thomson's Standard und andere Etalons.

Giebt es nun auch noch keinen allgemein angenommenen und gebrauchten Widerstandsetalon, auf welchen das aus den vorhergehenden Beobachtungen abgeleitete Resultat bezogen werden könnte; so giebt es doch verschiedene Etalons, welche durch die mit ihnen gemachten Untersuchungen oder durch die auf sie reducirten Messungen ein besonderes Interesse gewonnen haben. Einen solchen Etalon, welcher als Thomson's *Standard* bezeichnet werden soll, seinem absoluten Widerstandswerthe nach zu bestimmen, war die specielle Veranlassung zu den oben beschriebenen Beobachtungen gewesen. Derselbe lag zu diesem Zwecke in zwei von Professor William Thomson in Glasgow gefälligst mitgetheilten Copien vor, nämlich die eine in Kupferdraht, dessen Widerstand nach Professor Thomsons Angabe mit jedem Grade der 100theiligen Skale um $\frac{36}{10000}$ wächst, die andere in Neusilberdraht, dessen Widerstand mit jedem Grade um $\frac{36}{100000}$ wächst. Beide waren für die Temperatur von 16,3 Grad als genau gleich verbürgt.

Mit Rücksicht auf diesen speciellen Zweck war besonders darauf gesehen worden, dass, wenn bei diesen Beobachtungen auch nicht allen im vorigen Abschnitte gestellten Forderungen entsprochen werden konnte, doch wenigstens die Widerstandsgleichheit der aus dem Multiplicator und Inductor gebildeten Kette mit dem Etalon möglichst nahe hergestellt wurde, um das für jene Kette gefundene Resultat mit diesem Etalonwiderstand in die unmittelbarste und genaueste Beziehung zu setzen. Es war diese Gleichheit bis auf $\frac{1}{1850}$, um was der Etalonwiderstand kleiner war, hergestellt worden,

wie sich aus einer, bei 16°6 Grad gemachten, sehr genauen Vergleichung mit der Kupfercopie ergeben hatte.

Hienach folgt der Widerstand der Kupfercopie von Thomson's *Standard* für 17,5 Grad der 100theiligen Skale aus dem Art. 18 gefundenen Resultate

$$= 42832000 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$$

oder für 0 Grad Temperatur

$$= 40293000 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}.$$

Ein *anderer Etalon* war ferner der in der Einleitung schon besprochene Siemens'sche, welcher einer Siemens'schen aus Neusilberdrähten gebildeten Widerstandsskale als Einheit zum Grunde lag. Diese in einem Neusilberdrahte gegebene Siemens'sche *Widerstandseinheit* war nach Siemens Angabe bei 15 Grad der 100theiligen Skale dem Widerstande einer Quecksilbersäule von 1 Meter Länge und 1 Quadratmillimeter Querschnitt bei 0 Grad Temperatur genau gleich. Wurde nun dieser Neusilberdraht in die vom Multiplicator und Inductor gebildete Kette eingeschaltet, so ergab sich der Widerstand der Kette in dem Verhältniss von 1 : 1,2395 vergrössert, woraus der Widerstand dieses Neusilberdrahts bei 17,5 Grad der 100theiligen Skale $= 10266000 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$, folglich bei 15 Grad, d. i. der Siemens'sche Etalonwiderstand selbst, $= 10257000 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ erhalten wird. Der aus dieser Vergleichung abgeleiteten Bestimmung des Siemens'schen Etalonwiderstands kann jedoch, wie man leicht sieht, nicht ganz gleiche Genauigkeit wie der vorhergehenden des Thomson'schen Standard-Widerstandes zugeschrieben werden, weil der Einfluss der unvermeidlichen Beobachtungsfehler auf das Verhältniss zweier verschiedener Widerstände viel grösser ist als bei Vergleichung zweier ganz nahe gleicher Widerstände.

Endlich hat Siemens seinen Etalonwiderstand auch mit dem Jacobischen *Etalonwiderstand* verglichen, dessen absoluter Werth, wie in der Einleitung schon erwähnt worden, nach einer früheren, weniger genauen, Messung $= 5980000 \frac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ gefunden worden war. Siemens hat gefunden,

dass sein Etalonwiderstand zu dem Jacobischen sich verhielte wie 1000 : 661,8, woraus der Jacobische Etalonwiderstand $= 6788000 \dfrac{\text{Meter}}{\text{Secunde}}$ folgen würde. Doch bemerkt Siemens selbst, dass ihm der Jacobische Normaletalon nicht zu Gebote gestanden hätte, sondern dass er sich mehrere Copien desselben verschafft habe, die aber sehr von einander differirt hätten. Hierin dürfte wohl hauptsächlich der Grund der über 12 Procent betragenden Abweichung zu suchen sein, da der Fehler der früheren Messung höchstens auf 2 bis 3 Procent zu veranschlagen sein dürfte. Jedenfalls kann dieser Fall als Beleg dienen, wie wichtig eine zweckmässig eingerichtete Anstalt zur allgemeinen Verbreitung übereinstimmender genau geprüfter Widerstands-Etalons und Skalen sein würde.

20.

Beschränkt man sich blos auf die Betrachtung der Art. 16 angeführten *galvanometrischen Beobachtungen*, so ergiebt sich der mittlere Fehler eines an der Skale gemessenen Abstandes = 0,092 Skalentheil, wonach die Art. 17 betrachteten Abstände

$$2a' = 305{,}436 \pm 0{,}092$$
$$2b' = 184{,}178 \pm 0{,}092$$

erhalten werden. Hieraus ergiebt sich dann ferner

$$a = 0{,}023503 \left(1 \pm \tfrac{1}{3320}\right)$$
$$b = 0{,}014186 \left(1 \pm \tfrac{1}{2000}\right)$$

und endlich die Art. 18 betrachtete, durch einen Inductionsstoss der Nadel ertheilte Drehungsgeschwindigkeit γ und das logarithmische Decrement der Schwingungsabnahme λ_1

$$\gamma = 0{,}0033304 \left(1 \pm \tfrac{1}{2554}\right)$$
$$\lambda_1 = 0{,}50487 \left(1 \pm \tfrac{1}{865}\right).$$

Könnte nun die Empfindlichkeit des Galvanometers nach den im vorigen Abschnitte entwickelten Vorschriften noch gesteigert werden, so dass der Abstand

$$2a' = 1000 \pm 0{,}92$$

erhalten würde, und könnte zugleich auch die Dämpfung so verstärkt werden, dass $\lambda_1 = 1$ wäre, also

$$2b' = 367{,}9 \pm 092;$$

so würde auf dieselbe Weise der mittlere Fehler von γ

$$= \pm \tfrac{1}{7127} \gamma$$

der mittlere Fehler von λ_1

$$= \pm \tfrac{1}{3753} \lambda$$

erhalten werden, was als der höchste Grad der Genauigkeit betrachtet werden kann, mit welcher sich diese Resultate der galvanometrischen Beobachtungen bestimmen lassen, jedoch nur dann, wenn Empfindlichkeit und Dämpfung auf die angegebene Weise regulirt werden. Auch sind Fehler der Skalentheilung so wie der Messung des Abstandes des Spiegels von der Skale hiebei gar nicht in Betracht gezogen, weil sie nicht zu den rein galvanometrischen, sondern zu den Hülfsbeobachtungen zu rechnen sind.

Endlich ergiebt sich aber aus der Beschreibung des Apparats, mit welchem die eben betrachteten Beobachtungen gemacht worden sind, wie leicht die verlangte Empfindlichkeit und Dämpfung wirklich herzustellen wäre. Denn es ist schon Art. 16 erwähnt worden, dass dieser Apparat von den im vorigen Abschnitt vorgeschriebenen Regeln wesentlich nur darin abwich, dass dabei ein schon vorhandener genau bekannter Inductor benutzt wurde, dessen Widerstand bedeutend, nämlich fast 4 Mal, grösser war als der des Multiplicators. Es hätte daher nur der Querschnitt des Inductordrahts in dem Verhältniss von 3 : 8 brauchen vergrössert zu werden, so würde der Widerstand der ganzen Kette in dem Verhältniss von 8 + 2 : 3 + 2 vermindert worden sein, wodurch die Empfindlichkeit sowohl wie die Dämpfung im umgekehrten Verhältniss, nämlich in dem von 1 : 2, vergrössert worden wären.

Es ergiebt sich sogar, dass die Empfindlichkeit sowohl wie die Dämpfung leicht noch weit über die vorgeschriebenen Grenzen hinaus gesteigert werden könnten, wodurch also die über diese Grenzen Art. 9 gegebenen Vorschriften zu wirklicher Anwendung kommen würden.

Es ergiebt sich hieraus schliesslich, dass es nicht an den *galvanometrischen Beobachtungen* liegt, wenn bei Befolgung der vorgeschriebenen Regeln der absolute Werth eines gegebenen Etalon-Widerstands nicht mit grosser Sicherheit und Genauigkeit erhalten würde; denn der aus diesen Beobachtungen allein entspringende Fehler würde nach obigen Angaben nur etwa $\frac{1}{2530}$

des ganzen Widerstands betragen; im Gegentheil wird es schwer halten die übrigen Beobachtungen, namentlich die *magnetischen*, zur Bestimmung der Intensität der horizontalen erdmagnetischen Kraft am Orte und zur Zeit der galvanometrischen Beobachtungen, mit entsprechender Genauigkeit auszuführen, woraus also hervorgeht, dass die unvermeidliche, aus der Bestimmung des Erdmagnetismus herrührende, Unsicherheit im *absoluten Werthe des gegebenen Etalon-Widerstandes* durch die Unsicherheit der nach den vorgeschriebenen Regeln ausgeführten *galvanometrischen Messung* nicht beträchtlich vergrössert werden würde, wonach also der Hauptzweck dieser Abhandlung, nämlich darzulegen, wie dieses Ziel zu erreichen, als erfüllt betrachtet werden darf.

IV. Copierungs-Methoden.

21.

Aus den beiden vorhergehenden Abschnitten ergiebt sich, dass ein galvanometrischer Apparat zur absoluten Widerstandsmessung in höchster Zweckmässigkeit sich nur für die Messung *eines bestimmten Etalonwiderstandes* herstellen lässt, was auch genügt, weil es bei der Vergleichbarkeit der Widerstände aller Körper untereinander nur der genauen Kenntniss *eines* solchen Etalon-Widerstandes nach absolutem Maasse bedarf, um mittelbar zur Kenntniss von den absoluten Widerstandswerthen aller Körper zu gelangen und alle möglichen Anwendungen davon zu machen.

Für die Wahl und Festsetzung eines solchen *Etalon-Widerstandes* gelten aber dieselben Regeln, wie für die Wahl und Festsetzung von *Grundmaassen anderer Grössenarten:* nur solche Grössenarten sind zur Aufstellung von Grundmaassen geeignet, von welchen sich vorhandene Grössen unverändert erhalten, von einem Ort zum andern beliebig versetzen, und durch eine Methode feinster Copierung vervielfältigen lassen. Ueberall, wo diesen Bedingungen genügt werden kann, dürfte auch die Feststellung eines solchen

Grundmaasses wegen der praktischen Bedeutung der dadurch erreichbaren Vereinfachung der Messungen, die zugleich an Feinheit und Genauigkeit gewinnen, als wünschenswerth erscheinen. Wo aber diesen Bedingungen nicht genügt werden kann, ist zwar die Feststellung eines *Maasses* nothwendig, es braucht dies aber kein *Grundmaass* zu sein, sondern kann auch ein *abgeleitetes Maass* sein, nämlich *ein auf die Grundmaasse anderer Grössenarten zurückgeführtes absolutes Maass.* Zum Beispiel gehören Geschwindigkeiten zu denjenigen Grössenarten, die zur Aufstellung eines Grundmaasses nicht geeignet sind, weil sich eine Geschwindigkeit nicht unverändert erhalten, nicht beliebig versetzen und nicht genau copieren lässt. Dagegen sind gerade Linien und Körpermassen, wie bekannt, zur Aufstellung von Grundmaassen besonders geeignet.

Ob nun *galvanische Widerstände* zur Aufstellung eines *Grundmaasses*, in einem bestimmten Etalon oder Standard, geeignet sind, hängt ebenfalls blos davon ab, ob ein vorhandener Widerstand sich unverändert erhalten, von einem Ort zum andern beliebig versetzen und durch eine Methode feinster Copierung vervielfältigen lässt. Haftet nun an einem bestimmten Metalldrahte ein unveränderlicher Widerstand (wie an einem Stabe eine unveränderliche Länge oder an einem Gewichte eine unveränderliche Masse), so leuchtet von selbst ein, dass der vorhandene Widerstand des Drahts sich mit dem Drahte zugleich unverändert erhalten und von einem Ort zum andern versetzen lässt; es bleibt also nur nachzuweisen übrig, dass er sich auch durch Methoden feinster Copierung vervielfältigen lasse.

Bedenkt man, dass bei einem *Grundmaasse*, nächst der Unveränderlichkeit für alle Zeiten und Orte, der *allgemeine Gebrauch* desselben das Wichtigste und Wesentlichste ist, und beachtet man die grossen Schwierigkeiten, welche eine solche allgemeine Einführung findet; so könnte es aus diesem Grunde zweckmässig erscheinen, die Zahl solcher *Grundmaasse* möglichst zu beschränken, und den Gebrauch der *abgeleiteten Maasse*, nämlich der auf die Grundmaasse anderer Grössenarten zurückgeführten *absoluten Maasse*, desto mehr auszudehnen; doch wird man leicht bei näherer Prüfung erkennen, dass, statt *absolute Maase* an die Stelle von *Grundmaassen* zu setzen, es zweckmässiger ist, die *Grundmaasse in recht genaue Uebereinstimmung mit den absoluten Maassen*, durch die sie möglicher Weise ersetzt werden könnten, zu

bringen, schon darum, weil das *absolute Maass* alsdann das *Grundmaass* überall vertreten kann, wo es nicht verbreitet ist.

Das *absolute Maass* gestattet nämlich, wie man am Beispiel des absoluten Widerstandsmaasses sieht, *keine unmittelbare Anwendung*, sondern jede absolute Maassbestimmung wird immer durch bestimmte Gesetze der Abhängigkeit verschiedener an einem Objecte zugleich betrachteter Grössenarten von einander *vermittelt*, und fordert daher eine planmässige *Combination verschiedener Beobachtungen*, deren Ausführung grössere Mühe und Arbeit verursacht, und ausserdem der Genauigkeit engere Grenzen setzt, als wenn die Resultate auf einfachen Beobachtungen unmittelbar beruhen. Ein *Grundmaass* bei Grössenarten, die dazu geeignet sind, findet dagegen *unmittelbare Anwendung*, verbunden mit grösserer Einfachheit der Messung und grösserer Feinheit der Resultate, wobei besonders hervorzuheben ist, dass die *Freiheit in der Wahl eines solchen Grundmaasses* ausserdem gestattet, eine wirklich vorhandene, *dem absoluten Maasse, oder einer höheren oder niederen Decimaleinheit desselben, nach feinster Prüfung gleiche, oder wenigstens sehr nahe kommende Grösse zum Grundmaasse zu nehmen, und dadurch alle mit dem Gebrauche absoluter Maasse verbundenen Vortheile zu wahren*, welche die Gesetze der Abhängigkeit verschiedener an einem Objecte zugleich betrachteten Grössenarten von einander gewähren.

Zum Beispiel ist das für Widerstände von uns gebrauchte *abgeleitete Maass* das auf die *Grundmasse des Raums, der Zeit und der Masse* zurückgeführte *absolute Maass*, und zwar sind dabei *Millimeter*, *Secunde* und *Milligramme* als Grundmaasse für die letzteren Grössenarten angenommen worden. Beharrt man bei diesen letzteren Grundmaassen, so kann die bei Wahl eines *Grundmaasses für Widerstände* vorhandene Freiheit sehr wohl benutzt werden, einen wirklich vorhandenen Widerstand, welcher nach feinster Prüfung *einer höheren Decimaleinheit jenes absoluten Maasses*, gleich ist oder ihr wenigstens sehr nahe kommt (was beim S i e m e n s'schen Maasse, welches fast 10^{10} Mal grösser als jenes absolute ist, wirklich näherungsweise Statt findet), zum *Grundmaasse* zu nehmen, wodurch alle mit dem Gebrauch jenes *absoluten Maasses* verbundenen Vortheile auch für den Gebrauch dieses Grundmaasses gewahrt wären.

Nur muss es möglich sein ein solches Grundmaass auch wirklich zur *allgemeinen oder wenigstens zu einer sehr ausgedehnten Geltung* zu bringen. Die einzige Möglichkeit hiezu ist aber in der *Vervielfältigung des Etalons durch Copierung* gegeben, wenn eine Methode vorhanden ist, welche gestattet, alle danach hergestellten Copien für alle praktischen Zwecke als *vollkommen identisch* zu betrachten. Ohne Zweifel ist also auch für galvanische Widerstände die Aufstellung eines Grundmaasses sehr wünschenswerth, es bedarf aber dazu vor Allem der Prüfung, ob die *Copierungs-Methoden der Widerstände* dem angegebenen Zwecke genügen. Diese Prüfung wird mit Rücksicht auf unsere Untersuchung noch nöthiger, weil die Drahtkette unseres galvanometrischen Apparats selbst keineswegs geeignet ist, zum Grundmaass zu dienen, da sie nicht beliebig von einem Ort zum andern versetzt werden kann; diese Drahtkette soll daher gleichfalls eine solche *Copie des Grundmaasses* sein, welche für alle praktischen Zwecke mit dem Grundmaasse als vollkommen identisch betrachtet werden darf, so dass alle für diese Kette gewonnenen Bestimmungen auch für das *Grundmaass* gelten.

22.

Copierungsmethoden ohne Stromtheilung.

Copierung beruht auf dem Urtheil über Gleichheit oder Ungleichheit zweier Grössen. Unmittelbar aus der Definition des Widerstandes ergiebt sich nun eine *erste* Methode, über Gleichheit oder Ungleichheit zweier Widerstände zu urtheilen, nämlich nach folgendem Principe: *der Widerstand zweier Leiter ist gleich, wenn durch gleiche elektromotorische Kräfte gleiche Ströme in ihnen erregt werden.* Die Genauigkeit der auf diesem Principe beruhenden Methode ist aber 1) durch die Genauigkeit beschränkt, welche bei Beurtheilung der Gleichheit zweier elektromotorischen Kräfte, die auf zwei verschiedene Leiter wirken, erreicht werden kann; 2) durch die Genauigkeit, mit welcher man die Stromintensitäten in zwei verschiedenen Leitern beobachten und vergleichen kann. Die nähere Prüfung ergiebt leicht, dass hiedurch der Vergleichung der Widerstände viel engere Schranken gesetzt werden, als bei Copierung von Maassetalons zulässig erscheinen.

Eine *zweite* Methode ist die der *Einschaltung* nach folgendem Principe:

wenn zwei Leiter successive in dieselbe Kette eingeschaltet werden, in welcher immer die nämliche elektromotorische Kraft wirkt, so ist der Widerstand der beiden Leiter gleich, wenn die Stromintensitäten gleich sind. — Hiebei wird, ausser der Definition des Widerstandes, das Ohmsche Gesetz der Summation der Widerstände von Leitern, welche von demselben Strome durchlaufen werden, zu Hülfe genommen. — Auch nach dieser Methode ist der Genauigkeit der Vergleichung zweier Widerstände eine Grenze durch die in der Beobachtung der Stromintensitäten erreichbare Genauigkeit gesetzt, die auch bei Anwendung der feinsten Galvanometer den bei Copierung von Maass-Etalons zu machenden Forderungen im Allgemeinen nicht genügt, wenn sie auch für viele praktische Zwecke ausreicht.

Die *dritte* in den folgenden Artikeln näher zu erörternde Methode endlich ist die der *Stromtheilung*, wobei zwei Fälle unterschieden werden können, nämlich der der *einfachen* und der der *doppelten* Theilung. Die in der Wheatstoneschen *Brücke* oder *Wage* in Ausführung gebrachte Methode beruht auf der *doppelten Stromtheilung*, deren näheren Betrachtung jedoch eine kurze Erörterung der auf *einfacher Stromtheilung* beruhenden Methode vorausgeschickt werden soll.

23.

Copierungsmethode mit einfacher Stromtheilung.

Zur Bestimmung der nach der Methode der *einfachen Stromtheilung* erreichbaren Genauigkeit in der Vergleichung zweier Widerstände mit einander muss auf das Princip dieser Methode zurückgegangen werden. Dieses Princip ist folgendes: *wenn ein Strom sich in zwei Zweigströme theilt und beide Zweigströme, jeder durch einen Multiplicator den er durchläuft, auf dieselbe Magnetnadel wirken, aber in entgegengesetzten Richtungen, so ist der Widerstand zweier von diesen Zweigströmen durchlaufenen Leiter gleich, wenn die an der Magnetnadel beobachtete Totalwirkung durch Vertauschung der beiden Leiter keine Aenderung erleidet.* — Die Totalwirkung kann grösser oder kleiner, oder auch Null sein, woraus einleuchtet, dass die nach dieser Methode erreichbare Genauigkeit in der Vergleichung zweier Widerstände von der *Grösse* der beobachteten Totalwirkung ganz unabhängig ist. — Es werden nach

dieser Methode ausser dem im vorigen Artikel angeführten Gesetze auch die Ohmschen Gesetze der *Stromverzweigung* zu Hülfe genommen.

24.

Das im vorigen Artikel angeführte Princip lässt sich auf folgende Weise leicht beweisen. Durch den Leiter Fig. 3 c gehe ein von der elektromotorischen Kraft e hervorgebrachter Strom i, welcher sich in zwei Zweigströme i_1 und i' theile, von denen der erstere durch die Leiter, welche die Widerstände a und α, der letztere durch die Leiter, welche die Widerstände b und β besitzen, gehe. a und b seien die Widerstände, welche mit einander verglichen werden sollen, weshalb die Einrichtung getroffen ist, dass die beiden Leiter, welche diese Widerstände besitzen, mit einander vertauscht werden können. Die Leiter mit den Widerständen α, β bilden Multiplicatoren für eine und dieselbe Magnetnadel, welche aber von dem durch den Leiter α gehenden Zweigstrom in entgegengesetzter Richtung als von dem durch den Leiter β gehenden abgelenkt wird. — Ein Strom im Leiter α von der Intensität $= 1$ erhalte die Nadel in einer Ablenkung $= m$; ein Strom im Leiter β von der Intensität $= 1$ erhalte die Nadel in einer Ablenkung $= -n$. m und n können daher die Empfindlichkeits-Coefficienten der beiden Multiplicatoren genannt werden. — Endlich vereinigen sich die beiden Leiter α, β wieder mit dem Leiter c, wodurch die Kette geschlossen wird.

Hienach ergeben sich aus den Ohmschen Gesetzen der Stromtheilung folgende drei Gleichungen:

$$\frac{e}{i} = c + \frac{(a+\alpha)(b+\beta)}{a+\alpha+b+\beta}$$

$$i_1 + i' = i$$

$$i_1 : i' = (b+\beta) : (a+\alpha),$$

wozu noch die Bestimmung der Totalablenkung der Nadel durch die beiden Zweigströme kommt, welche mit A bezeichnet werden möge, nämlich:

$$A = mi_1 - ni'.$$

Aus diesen vier Gleichungen folgt, wenn i, i_1 und i' eliminirt werden,

$$A = \frac{m(b+\beta) - n(a+\alpha)}{c(a+\alpha+b+\beta)+(a+\alpha)(b+\beta)} \cdot e$$

Bezeichnet man ferner die Totalablenkung der Nadel nach Vertauschung von a und b mit A', so ist

$$A' = \frac{m(a+\beta) - n(b+\alpha)}{c(a+\alpha+b+\beta)+(b+\alpha)(a+\beta)} e.$$

Hieraus folgt, wenn die Ablenkung $A = A'$ gefunden wird,

$$(b-a).[(m+n)(a+b+\alpha+\beta)c + m(a+\beta)(b+\beta) + n(a+\alpha)(b+\alpha)] = 0.$$

Da nun aber der zweite in Klammern eingeschlossene Faktor aus einer Summe positiv gegebener Grössen besteht und daher nicht verschwinden kann, so muss der erste Faktor

$$b - a = 0$$

gesetzt werden, woraus folgt, dass wenn die Ablenkung $A = A'$ gefunden wird, die Widerstände a und b gleich sind, was zu beweisen war.

25.

Die Genauigkeit der Vergleichung der beiden Widerstände a und b mit einander ist nach der eben betrachteten Methode von der Grösse der beobachteten Totalwirkung A ganz unabhängig, und es kann daher A im Allgemeinen einen grösseren oder kleineren Werth haben oder Null sein; die Ausführung einer solchen Vergleichung wird aber sehr erleichtert, wenn A recht klein oder Null ist, woraus für $a = b$ folgt, dass das Verhältniss der Empfindlichkeitscoefficienten $m : n$ dem Verhältniss der Widerstände $a + \alpha : a + \beta$ in den Zweigströmen nahe gleich sein soll, was sich am besten erreichen lässt, wenn beide Multiplicatoren aus ganz gleichen Drähten, die zusammen so aufgewunden werden, dass sie ganz gleiche Windungen bilden, verfertigt werden. Die Differenzen $m - n$ und $\beta - \alpha$ werden dann, wenn sie nicht ganz verschwinden, wenigstens sehr klein sein. Bezeichnet man nun den kleinsten Werth der Differenz $A - A'$, welcher noch mit Sicherheit beobachtet werden kann, mit Δ und den zugehörigen Werth der Differenz $b - a$ mit x, so soll der Werth von $\frac{x}{a}$ entwickelt werden, welcher den kleinsten Bruchtheil angiebt, bis auf welchen die Gleichheit der Widerstände a und b nach dieser Methode verbürgt werden kann.

Aus den im vorigen Artikel gefundenen Werthen von A und A' ergiebt sich nun leicht folgende Gleichung:

$$\frac{\Delta}{ex}=\frac{A-A'}{e(b-a)}=\frac{(m+n)(c(a+b+\alpha+\beta)+ab+\alpha\beta+\frac{1}{2}(a+b)(\alpha+\beta))+\frac{1}{2}(a+b+2\beta)(m-n)(\beta-\alpha)+n(\beta-\alpha)^2}{(c(a+b+\alpha+\beta)+ab+\alpha\beta+\frac{1}{2}(a+b)(\alpha+\beta))^2-\frac{1}{4}(b-a)^2(\beta-\alpha)^2}$$

wofür, mit Rücksicht darauf, dass die Differenzen $b-a$, $m-n$, $\beta-\alpha$ stets sehr klein sind,

$$\frac{\Delta}{ex}=\frac{m+n}{c(a+b+\alpha+\beta)+ab+\alpha\beta+\frac{1}{2}(a+b)(\alpha+\beta)}$$

oder noch einfacher

$$\frac{\Delta}{ex}=\frac{2m}{(a+\alpha)(a+\alpha+2c)}$$

gesetzt werden kann, woraus erhalten wird

$$\frac{x}{a}=\frac{(a+\alpha)(a+\alpha+2c)}{2mea}\,\Delta\,.$$

26.

Nach der gefundenen Bestimmung für die Genauigkeit, welche Widerstandsvergleichungen nach der Methode der einfachen Stromtheilung zukommt, lassen sich leicht Regeln zur zweckmässigen Construction der Apparate und die Grenzen der damit erreichbaren Genauigkeit näher angeben. Im Allgemeinen leuchtet ein, dass auf die Construction des Galvanometers und namentlich des dazu erforderlichen Doppelmultiplicators die im zweiten Abschnitte entwickelten Regeln Anwendung finden, wonach der Multiplicatorraum als gegeben betrachtet werden kann, d. h. das *Product* der Länge in den Querschnitt der Multiplicatordrähte. Da nun nach dem Ohmschen Gesetze das *Verhältniss* von Länge zum Querschnitt dem Widerstande α proportional ist, so ergiebt sich bei $n$facher Länge ein nnfacher Werth des Widerstandes α. Bei $n$facher Länge wird aber auch die Zahl der Multiplicatorwindungen, und dadurch auch die Empfindlichkeit m, n Mal vergrössert. Hienach können m und α in ihrer Abhängigkeit von n durch die Gleichungen

$$m=nm_0,\quad \alpha=nn\alpha_0$$

dargestellt werden. Setzt man diese Werthe von m und α in die Gleichung des vorigen Artikels, so erhält man

$$\frac{x}{a} = \frac{\Delta}{2m_0 ea} \cdot \frac{a(2c+a) + 2(c+a)\alpha_0 nn + \alpha_0^2 n^4}{n}.$$

Man sieht hieraus, dass die Genauigkeit der Widerstandsvergleichung vorzüglich von der Wahl der Multiplicatordrähte abhängt, wodurch der Werth von n bestimmt wird, und dass es einen Werth von n und folglich von α giebt, für welchen jene Genauigkeit am grössten oder der Bruchtheil $\frac{x}{a}$ am kleinsten ist, nämlich

$$n = \sqrt{\frac{a+c}{3\alpha_0}\left(2\sqrt{\left(1 - \frac{3}{4}\frac{cc}{(a+c)^2}\right)} - 1\right)}$$

$$\alpha = \frac{1}{3}(a+c)\left(2\sqrt{\left(1 - \frac{3}{4}\frac{cc}{(a+c)^2}\right)} - 1\right)$$

Ausserdem wächst die Genauigkeit, je kleiner $\frac{c}{a}$ wird, womit zugleich α und $\frac{x}{a}$ sich bestimmten Grenzwerthen nähern, nämlich

$$\alpha = \frac{1}{3}a, \quad \frac{x}{a} = \frac{8}{9} \cdot \frac{a}{me}\Delta$$

Nun ist $\frac{3}{4} \cdot \frac{me}{a}$ der Werth, dem sich, für $\alpha = \frac{1}{3}a$, der Werth von $\frac{me}{a+\alpha+c}$ desto mehr nähert, je kleiner $\frac{c}{a}$; $\frac{me}{a+\alpha+c}$ ist aber die Ablenkung der Nadel, wenn der durch die Leiter b und $\mathfrak{c}$ gehende Zweigstrom gelöst wird, und würde leicht gemessen werden können, wenn bei der grossen Empfindlichkeit m die Länge der Skale dazu ausreichte. Die grosse Empfindlichkeit m kann aber durch kleine elektromotorische Kraft e compensirt werden. Findet man dann z. B. für eine elektromotorische Kraft $\varepsilon = \frac{1}{100}e$ (wenn z. B. ein thermomagnetisches Element für ein Grovesches gesetzt wird) die Ablenkung $\frac{m\varepsilon}{a+\alpha+c} = 1000\,\Delta$, so ist im Grenzfalle $\frac{3}{4} \cdot \frac{me}{a} = 100000\,\Delta$, folglich $\frac{x}{a} = \frac{8}{9} \cdot \frac{a}{me}\Delta = \frac{1}{150000}$ der kleinste Bruchtheil, bis auf welchen die Gleichheit der Widerstände a und b verbürgt werden kann.

Es ergiebt sich hieraus, dass die Copierungsmethode mit einfacher

Stromtheilung eine Vervielfältigung von Widerstands-Etalons oder Standards gestattet, welche für alle praktischen Anwendungen als vollkommen identisch betrachtet werden dürfen.

27.

Copierungsmethode mit doppelter Stromtheilung.

Dasselbe, was nach der vorhergehenden Erörterung durch einfache Stromtheilung geleistet werden kann, kann auch durch doppelte Stromtheilung, nämlich mit der Wheatstoneschen *Brücke oder Wage* erreicht werden.

Die Wheatstonesche Wage besteht aus einem geschlossenen Leiter, von welchem 4 Punkte Fig. 4 A, B, C, D auch kreuzweise verbunden sind. Man bezeichne die Widerstände AB, BC, CD, DA der Reihe nach mit a, b, c, d; ferner mit w den Widerstand des den ersten Punkt A mit dem dritten C verbindenden Leiters, in welchem die elektromotorische Kraft e (einer Säule) wirkt und der daher der ungetheilte Leiter heissen möge; mit v den Widerstand des den zweiten Punkt B mit dem vierten D verbindenden Leiters, welcher die *Brücke* heisst und den Multiplicator eines Galvanometers bildet; i bezeichne die Stromintensität im ungetheilten Leiter, i' bezeichne die Stromintensität in der Brücke. — Fehlte die Brücke, so würde ein Strom im ungetheilten Leiter von A nach C die beiden Zweigströme ABC und ADC bilden und im Ganzen den Widerstand $w' = w + \dfrac{(a+b)(c+d)}{a+b+c+d}$ finden; fehlte der ungetheilte Leiter, so würde ein Strom in der Brücke von B nach D die beiden Zweigströme BAD und BCD bilden und im Ganzen den Widerstand $v' = v + \dfrac{(a+d)(b+c)}{a+b+c+d}$ finden. — Der wirkliche Widerstand endlich, welchen der von e hervorgebrachte Strom in seinem ganzen Kreislaufe findet, werde mit W bezeichnet.

Es ist bekannt, wie in der Theorie der Wheatstoneschen Wage das Verhältniss der Stromintensität in der Brücke i' zur Intensität des ungetheilten Stromes i aus den Verhältnissen der Widerstände a, b, c, d zum Widerstand der Brücke v bestimmt wird, nämlich durch die Gleichung

$$\frac{i'}{i} = \frac{ac - bd}{(a+d)(b+c) + (a+b+c+d)v} = \frac{ac - bd}{(a+b+c+d)v'}$$

Es geht hieraus hervor, dass, wenn der Strom in der Brücke i' verschwindet, $ac - bd = 0$ oder $a : b = d : c$ ist. Wenn i' nicht verschwindet, soll sein Werth, folglich auch der von $(ac - bd)$, wenigstens sehr klein sein. Dies vorausgesetzt fügen wir zu jener besondern Gleichung für die Wheatstonesche Wage noch die allgemeine durch das Ohmsche Gesetz gegebene hinzu, nämlich

$$i = \frac{e}{W},$$

und entwickeln den Gesammtwiderstand W in einer nach Potenzen von $(ac - bd)$ fortschreitenden Reihe, wo aber, bei dem vorausgesetzten kleinen Werthe von $(ac - bd)$ alle Glieder, welche eine höhere Potenz als das Quadrat dieser Grösse enthalten, als verschwindend betrachtet werden dürfen. Man erhält alsdann

$$W = w + \frac{(a+b)(c+d)}{a+b+c+d} - \frac{b(c+d) + c(a+b)}{d(b+c) + v(c+d)} \cdot \frac{1}{b}\left(\frac{ac - bd}{a+b+c+d}\right)^2$$

worin $w + \dfrac{(a+b)(c+d)}{a+b+c+d} = w'$ ist. Hieraus ergiebt sich endlich

$$i' = \frac{ac - bd}{(a+b+c+d)v'} \cdot \frac{e}{W} = \frac{(ac - bd)e}{(a+b+c+d)v'w'}.$$

Wird dann, wie im vorigen Artikel, die von der Einheit der Stromintensität in der Brücke hervorgebrachte Ablenkung der Nadel mit m bezeichnet, so ist die vom Strome i' hervorgebrachte Ablenkung

$$A = mi' = \frac{(ac - bd)me}{(a+b+c+d)v'w'}.$$

Sollen nun die beiden Widerstände a und b mit einander verglichen werden, so setze man ihre jedenfalls sehr kleine Differenz $a - b = x$ und ferner $c - d = \delta$, was ebenfalls für kleine Werthe von A nur einen kleinen Werth hat. Alsdann erhält man

$$A = \frac{a\delta + cx}{2(a+c)} \cdot \frac{me}{v'w'}$$

und wird a und b vertauscht, so erhält man

$$A' = \frac{a\delta - cx}{2(a+c)} \cdot \frac{me}{v'w'};$$

denn der Faktor $\frac{me}{(a+b+c+d)w'}$ bleibt bei dieser Vertauschung ganz unverändert, wie man sieht, wenn man für w' seinen Werth $w + \frac{(a+b)(c+d)}{a+b+c+d}$ setzt; v' bleibt wenigstens für kleine Werthe von x und δ unverändert, denn es verwandelt sich alsdann $v' = v + \frac{(a+d)(b+c)}{a+b+c+d} = v + \frac{a+c}{2} - \frac{\delta+x}{2}$ in $v + \frac{(b+d)(a+c)}{a+b+c+d} = v + \frac{a+c}{2} - \frac{\delta+x}{2}$; endlich $(ac-bd) = a\delta + cx$ verwandelt sich in $(bc - ad) = a\delta - cx$. Es ist also

$$A - A' = \frac{mec}{(a+c)v'w'} \cdot x$$

folglich, wenn $A - A' = \Delta$ den kleinsten Werth der Ablenkungsdifferenz bezeichnet, der noch mit Sicherheit beobachtet werden kann, so erhält man den kleinsten Bruchtheil, bis auf welchen die Gleichheit der Widerstände a und b nach diesen Beobachtungen verbürgt werden kann, nämlich

$$\frac{x}{a} = \frac{(a+c)v'w'}{meac} \cdot \Delta = \frac{(a+c+2v)(2ac+(a+c)w)}{2meac} \cdot \Delta .$$

Dieser Bruchtheil ist desto kleiner, je kleiner die Widerstände der Brücke v und des ungetheilten Leiters w sind, und nähert sich, je kleiner v und w werden, desto mehr dem Werthe

$$\frac{x}{a} = \frac{a+c}{me} \cdot \Delta .$$

Nun ist $\frac{me}{a+c}$ der Werth, dem sich $\frac{me}{a+c+v+w}$ desto mehr nähert, je kleiner $v + w$ wird; $\frac{me}{a+c+v+w}$ ist aber die Ablenkung der Nadel, wenn die durch b und d gehenden Zweigströme gelöst werden, und kann leicht beobachtet und gemessen werden, auch bei grosser Empfindlichkeit m des Galvanometers, wenn die grössere bei den Beobachtungen A und A' gebrauchte elektromotorische Kraft e, wie schon im vorigen Artikel angegeben wurde,

mit einer kleineren elektromotorischen Kraft, z. B. $\varepsilon = \frac{1}{100} e$, vertauscht wird. Hat alsdann die Ablenkung $\frac{m\varepsilon}{a+c+v+w}$ eine messbare Grösse, z. B. $= 1000\,\Delta$, so wird im Grenzfalle $\frac{me}{a+c} = 100000\,\Delta$, folglich $\frac{x}{a} = \frac{1}{100000}$ der kleinste Bruchtheil, bis auf welchen die Gleichheit der Widerstände a und b verbürgt werden kann.

Es ergiebt sich hieraus, dass die Copierungsmethode mit doppelter Stromtheilung eine fast ebenso genaue Prüfung der Gleichheit zweier Widerstände a und b gestattet, wie die mit einfacher Stromtheilung, und daher gleichfalls eine Vervielfältigung von Widerstands-Etalons oder Standards ermöglicht, welche für alle praktischen Anwendungen als vollkommen identisch betrachtet werden dürfen; doch kann in dieser Beziehung der Methode der Doppeltheilung durchaus kein Vorzug vor der Methode der einfachen Theilung eingeräumt werden. — Ein eigenthümlicher Werth kommt der Methode der Doppeltheilung nur dann zu, wenn es sich nicht um Prüfung der *Gleichheit*, sondern um die Bestimmung des unbekannten *Verhältnisses* zweier von einander sehr verschiedenen Widerstände $a : b$ handelt, welches dann, bei verschwindender Ablenkung A, einem bekannten Widerstandsverhältnisse $d : c$ als gleich erkannt wird; wobei jedoch die Genauigkeit des Resultats von der genauen Kenntniss des Widerstandsverhältnisses $d : c$, welches gegeben sein muss, abhängig gemacht wird.

V. Ueber die allgemeinen Principien der Widerstandsmessung.

28.

Die Principien der galvanischen Widerstandsmessung waren aus dem Wesen des galvanischen Widerstandes zu entnehmen, welcher eine *Eigenschaft ponderabeler Körper*, z. B. eines Kupferdrahts, ist, und mussten daher aus der von dieser Eigenschaft gegebenen Definition abgeleitet werden. Eine

solche Definition war nun zuerst auf Grund des Ohmschen Gesetzes aufgestellt worden, welches die Abhängigkeit der *Stromintensität* in einem ponderabelen Körper von den auf die darin enthaltene Elektricität wirkenden *elektrischen Kräften* bestimmt. Den aus dieser Definition abgeleiteten Principien gemäss ist in den ersten Abschnitten dieser Abhandlung die Methode entwickelt worden, wie der Widerstand eines gegebenen Körpers (eines Kupferdrahts) sich am genauesten bestimmen lasse. Im letzten Abschnitte wurde endlich noch erörtert, auf welche Weise die Widerstände anderer Körper mit dem so erforschten Widerstande am genauesten verglichen werden könnten.

Alle diese Untersuchungen knüpften sich an die zuerst aufgestellte Definition vom Leitungswiderstande an, welche sich auf das bekannte, aus zusammengehörigen Messungen *elektromotorischer Kräfte* und *Stromintensitäten* abgeleitete, Ohmsche Erfahrungsgesetz gründet, dass nämlich bei noch so verschiedenen elektromotorischen Kräften e und noch so verschiedenen Stromintensitäten i, so lange wie der ponderabele Körper derselbe bleibt, dem jene Kräfte und diese Ströme angehören, der Quotient $\frac{e}{i}$ immer gleichen Werth hat, während er bei verschiedenen Körpern verschiedene Werthe annimmt, wonach also der für jeden Körper *constante* Werth des Quotienten $\frac{e}{i}$ eine *Eigenschaft des Körpers* ist, welche zur Unterscheidung desselben von andern Körpern dienen kann und sein *Leitungswiderstand* genannt wird.

Die hienach mit dem Namen Widerstand bezeichnete *Eigenschaft eines ponderabelen Körpers* muss nun zwar ihre *Ursachen* in der eigenthümlichen Beschaffenheit des ponderabelen Körpers selbst haben, an sich also unabhängig von den Kräften sowohl, die auf die in ihm enthaltenen elektrischen Fluida wirken, wie von den Bewegungen sein, in welche diese Fluida dadurch versetzt werden; diese in der Natur des ponderabelen Körpers selbst liegenden *Ursachen* sind aber bis jetzt noch nicht erforscht worden. Wir kennen daher blos die *Wirkung* seines Widerstands *aus der Erfahrung*, und wissen daraus nur dass dieselbe, *bei gegebener elektromotorischen Kraft*, *in einer gewissen Stromintensität* besteht.

Ist nun aber der Widerstand an sich eine im Wesen des ponderabelen

Körpers selbst begründete Eigenschaft, so können auch noch *andere Wirkungen* existiren, die sich erfahrungsmässig nachweisen lassen; z. B. könnte der Fall stattfinden, dass eine solche erfahrungsmässig nachweisbare Wirkung vorhanden wäre bei jedem *gegebenen* Strome, der durch den Körper geht, gleichgültig woher er rühre oder durch welche Kräfte er hervorgebracht sei. Eine solche wirklich vorhandene Wirkung, die bei jedem *gegebenen* durch einen Körper gehenden Strom statt findet, bezeichnet man mit dem Namen *Stromarbeit*, und es fragt sich nur, wie diese Wirkung beobachtet und ihre Abhängigkeit vom Leitungswiderstande des Körpers nachgewiesen werden könne.

Ein Strom erzeugt nun, wie die Erfahrung lehrt, in dem Leitungsdrahte, durch den er geht, *Wärme*, und Wärme ist, nach der mechanischen Wärmetheorie, mit *Arbeit* äquivalente lebendige Kraft. Darf man hienach die durch einen Strom erzeugte Wärme als *Stromarbeit* betrachten, so ist diese Stromarbeit messbar, ebenso wie der Strom von dem sie hervorgebracht wird. Auf diese zusammengehörigen Messungen der *Intensität der Ströme* und der von ihnen erzeugten *Wärme* ist endlich von Joule und Lenz ein *Erfahrungsgesetz* auf gleiche Weise gegründet worden, wie das Ohmsche Gesetz auf die zusammengehörigen Messungen von *elektromotorischen Kräften* und *Stromintensitäten*, nämlich das Gesetz, dass bei noch so verschiedenen Stromintensitäten i, und noch so verschiedenen Wärmeerzeugungen A, so lange der ponderabele Körper derselbe bleibt, dem jene Ströme und diese Wärmeerzeugungen angehören, der Quotient $\frac{A}{ii}$ immer gleichen Werth hat, der daher ebenfalls, als eine *Eigenschaft des ponderabelen Körpers*, zur Unterscheidung desselben von andern Körpern dienen kann, für welche dieser Quotient andere Werthe hat.

Dürfte nun diese *zweite* Eigenschaft mit jener *ersteren*, welche *Widerstand* genannt wurde, als identisch betrachtet werden (die Erfahrung lehrt wirklich die Proportionalität beider Quotienten), so erhielte man dadurch eine *zweite Definition des Widerstandes*, aus welcher sich ganz neue, von den bisher betrachteten ganz unabhängige Principien für die Widerstandsmessung ergeben würden. Die Entwickelung einer auf diese neuen Principien beruhenden Methode der Widerstandsmessung würde sich zunächst mit Forschun-

gen zu beschäftigen haben, welche *erstens* die Genauigkeit der dabei in Anwendung zu bringenden Wärmemessungsmethoden, *zweitens* die Aequivalenzbestimmung der Wärme mit Arbeit, und *drittens* die Prüfung der Voraussetzung, dass alle Stromarbeit in Wärme umgesetzt werde, beträfen. Ehe jedoch auf dieses neue weite Forschungsgebiet eingegangen wird, bedarf es noch einer näheren Erörterung dessen, was unabhängig von der Betrachtung der Wärme, blos auf Grund der bekannten allgemeinen elektrischen Gesetze, geleistet werden kann.

29.

Stromarbeit nach elektrischen Gesetzen.

Von *Arbeit* ist nur die Rede, wenn Angriffspunkte von Kräften sich bewegen. Die Arbeit A eines solchen Punktes ist das Product der Componente der auf ihn wirkenden Kraft, nach der Richtung seiner Bewegung, in den von ihm zurückgelegten Weg. Jedoch kann Arbeit in doppeltem Sinne genommen werden, es bedeutet nämlich entweder das Arbeiten selbst oder das Gearbeitete. Nach der gegebenen Definition ist A die Arbeit im letzteren Sinne, während Arbeit im ersteren Sinne durch den Differentialquotienten von A in Beziehung auf die Zeit, d. i. durch $\frac{dA}{dt}$ ausgedrückt wird.

Bei einem galvanischen Strome i in einem Leiterelemente α sind nun aber alle Theilchen der in α enthaltenen elektrischen Fluida Angriffspunkte der elektromotorischen Kräfte, und diese Angriffspunkte bewegen sich in der Richtung des Elements α theils vorwärts theils rückwärts. Die Arbeit A oder $\frac{dA}{dt}$ aller dieser Angriffspunkte ist die Arbeit des galvanischen Stromes i im Leiterelemente α. Dass die bewegten Angriffspunkte der Kräfte in diesem Falle keine ponderabele Masse besitzen, ist für die Arbeit selbst, nach der gegebenen Definition, ohne alle Bedeutung.

Die im Elemente α enthaltene Menge *positiver* Elektricität werde mit $+\alpha\varepsilon$ bezeichnet, und die nach elektrischem Gesetze damit proportionale darauf wirkende, in der Richtung α vorwärts gerichtete, Kraft werde mit $+f$ bezeichnet, wo f der Zahlenwerth ist, welcher angiebt, wie oft darin

diejenige Kraft, welche der ponderabelen Masseneinheit in der Zeiteinheit die Einheit der Geschwindigkeit ertheilt, enthalten ist. — Die im Elemente α enthaltene Menge *negativer* Elektricität werde mit $-\alpha\varepsilon$, und die darauf wirkende, in der Richtung α rückwärts gerichtete, Kraft mit $-f$ bezeichnet. — Die Geschwindigkeit, mit welcher sich diese elektrischen Massen in der Richtung α vorwärts und rückwärts bewegen, soll mit $\pm u$ bezeichnet werden. Nach der gegebenen Definition ist dann die Arbeit der *positiven* Elektricität im Elemente α, während der Zeit t,

$$A' = (+f) \cdot (+ut) = +fut;$$

die Arbeit der *negativen* Elektricität im Elemente α während derselben Zeit,

$$A'' = (-f) \cdot (-ut) = +fut;$$

folglich die ganze Arbeit des galvanischen Stroms im Elemente α, während der Zeit t, $$A = 2fut.$$
Für Arbeit, im Sinne des Arbeitens genommen, erhält man aber

$$\frac{dA}{dt} = 2fu.$$

$2f$ nennt man die auf die Elektricität im Elemente α wirkende *absolute Scheidungskraft*, u die *absolute Stromgeschwindigkeit*, die aber beide unmittelbar weder beobachtet noch gemessen werden können.

Beobachtet und gemessen werden dagegen die auf α wirkende sogenannte *elektromotorische Kraft* e und die *Stromintensität* i, nach den früher festgesetzten absoluten Maassen.

Soll also die Stromarbeit in α bestimmt werden, so müssen die Beziehungen zwischen der Scheidungskraft $2f$ und elektromotorischen Kraft e, ferner zwischen der Stromgeschwindigkeit u und der Stromintensität i gegeben sein, wovon schon Art. 1 gehandelt worden ist. Es ist nämlich, wie dort angeführt worden (wo nur f die hier mit $2f$ bezeichnete absolute Scheidungskraft bedeutete),

$$\frac{i}{u} = \frac{\varepsilon}{c}\sqrt{8},$$

$$\frac{e}{2f} = \frac{c}{\varepsilon}\sqrt{\frac{1}{8}},$$

worin c eine aus dem Grundgesetze der elektrischen Wirkung bekannte *constante Geschwindigkeit* ist, nämlich $c = 439450 \,.\, 10^6 \frac{\text{Millimeter}}{\text{Secunde}}$.

Hieraus ergiebt sich $2fu = ei$; folglich ist der *Widerstand nach der zweiten Definition*, nämlich der Quotient der Stromarbeit $\frac{dA}{dt}$ dividirt durch das Quadrat der Stromintensität,

$$\frac{1}{ii} \cdot \frac{dA}{dt} = \frac{2fu}{ii} = \frac{e}{i},$$

identisch mit dem *Widerstande nach der ersten Definition*, nämlich mit dem Quotienten der elektromotorischen Kraft e dividirt durch die Stromintensität i,

$$\frac{e}{i} = w\,.$$

Es ist also die *Stromarbeit* in einem Stromleiter $\frac{dA}{dt} = wii$, wo i die Stromintensität und w den Widerstand des Leiters nach den früher festgesetzten absoluten Maassen bezeichnen. Umgekehrt kann der *Widerstand eines Stromleiters* nach absolutem Maasse als die *Arbeit der Stromeinheit* im Leiter definirt werden. Können also auf irgend eine Weise Stromarbeit wii und Stromintensität i unabhängig von einander beobachtet und nach den festgesetzten absoluten Maassen gemessen werden, so findet man aus diesen beiden Messungen den *Widerstand* nach absolutem Maasse $w = \frac{wii}{ii}$, ohne dass es der Kenntniss der *elektromotorischen Kraft* e bedarf, durch welche der Strom hervorgebracht wurde. Es wird also durch diese Principien eine wesentlich neue Methode der absoluten Widerstandsmessung gewonnen.

Es ist schon bemerkt worden, wie die Beobachtung und Messung der von einem Strome in einem Leiter erzeugten Wärme benutzt werden kann, um die Stromarbeit unabhängig von der Stromintensität zu bestimmen; doch bietet sich noch ein anderer Weg dar, wo es nicht nöthig ist, die Voraussetzungen der mechanischen Wärmetheorie zu Hülfe zu nehmen, sondern wo das elektrische Grundgesetz genügt, wonach messbare *Arbeit ponderabeler Körper* in Stromarbeit umgesetzt werden kann, so dass Stromarbeit durch

Messung der Arbeit bewegter ponderabeler Körper sich bestimmen lässt. Doch möge der näheren Erörterung dieser Methode, die Stromarbeit zu messen, eine kurze Betrachtung über das *Maximum der Stromarbeit* vorausgeschickt werden, die sich aus der nach elektrischen Gesetzen gegebenen Bestimmung der Stromarbeit unmittelbar ergiebt.

30.

Maximum der Stromarbeit.

Es sei eine Voltaische Säule oder irgend ein anderer Elektromotor gegeben, welcher in dem Leiter, durch den er geschlossen wird, nach Verschiedenheit desselben bald eine grössere bald eine kleinere Stromarbeit verrichtet; es wird derjenige Leiter gesucht, für welchen diese Stromarbeit ein Maximum ist.

Bezeichnet man den Widerstand des Leiters mit w und die Stromintensität mit i, so ist die Stromarbeit in diesem Leiter nach elektrischen Gesetzen, wie im vorigen Artikel gezeigt wurde, $= wii$. Nach den Ohmschen Gesetzen ist aber, wenn e die elektromotorische Kraft und w' den Widerstand des gegebenen Elektromotors bezeichnet, die Stromintensität $i = \frac{e}{w'+w}$, folglich ist $wii = \frac{eew}{(w'+w)^2}$. Hienach wird derjenige Leiter gefunden, für welchen die Stromarbeit ein Maximum ist, wenn für einen veränderlichen Werth von w

$$\frac{eew}{(w'+w)^2} = \text{Maximum}$$

gesetzt wird, woraus $\frac{(w'+w)^2\,ee - 2eew\,(w'+w)}{(w'+w)^4} = 0$, d. i. $w = w'$ folgt. Das heisst also die Stromarbeit im Leiter ist am grössten, wenn der Widerstand des Leiters dem gegebenen Widerstande des Elektromotors gleich ist; dieser grösste Werth selbst ist aber $= \frac{ee}{4w'}$, während die ganze Stromarbeit, im Leiter und im Elektromotor zusammen genommen, $= \frac{ee}{2w'}$ also doppelt so gross ist. Wäre $w > w'$, so würde die auf den Leiter übertragene Arbeit von

der ganzen Stromarbeit zwar mehr als die Hälfte betragen, dennoch aber, bei verminderter ganzen Stromarbeit, kleiner sein als wenn $w = w'$ ist.

Das *Maximum der ganzen Stromarbeit* findet aber statt, wenn gar kein Leiter zum Schluss der Kette gebraucht wird, folglich gar keine Uebertragung von Stromarbeit an einen solchen Leiter möglich ist, sondern der Elektromotor in sich selbst geschlossen wird. Dieser grösste Werth der ganzen Stromarbeit ist nämlich $= \frac{ee}{w'}$, d. i. 4 Mal grösser als die auf andere Leiter übertragbare Stromarbeit. Es steht hiermit die starke Erwärmung in sich geschlossener Säulen in Zusammenhang, zumal wenn diese Säulen einen im Verhältniss zu ihrer elektromotorischen Kraft recht geringen Widerstand besitzen, wie dies z. B. bei Groveschen Säulen der Fall ist.

Es leuchtet übrigens leicht ein, dass auch das schon früher für Galvanometer aufgestellte Gesetz, dass nämlich ihre Empfindlichkeit, bei beliebig gegebener Grösse und Gestalt ihres Multiplicators, stets dann am grössten sei, wenn der Widerstand des Multiplicatordrahts dem Widerstand der übrigen Kette gleich ist, als einzelner Fall oder specielle Anwendung des für das Maximum der übertragenen Stromarbeit an Leiter gefundenen allgemeineren Gesetzes betrachtet werden kann.

31.

Umsetzung der Arbeit bewegter ponderabeler Körper in Stromarbeit durch elektrische Wechselwirkung.

Wird ein geschlossener Leiter gegen ein Solenoid, d. i. gegen einen andern geschlossenen Leiter, auf welchen eine gegebene elektromotorische Kraft e wirkt, bewegt; so ergeben sich aus dem Grundgesetz der elektrischen Wirkung theils elektromotorische Kräfte, welche die elektrischen Fluida in ihren ponderabelen Leitern bewegen (Inductionskräfte nach Faraday), theils Kräfte, welche die elektrischen Fluida mit ihren ponderabelen Leitern bewegen (elektrodynamische Kräfte nach Ampère).

Die *ersteren* oder die Inductionskräfte nach Faraday sind

1) die auf den *geschlossenen Leiter* nach dem Gesetz der *Voltainduction*

in Folge der Bewegung des geschlossenen Leiters gegen das Solenoid wirkende elektromotorische Kraft ε';

2) die auf den *geschlossenen Leiter* nach dem Gesetz der *Voltainduction in Folge der Stromänderung* im Solenoid wirkende elektromotorische Kraft η';

3) die auf das *Solenoid* nach dem Gesetz der *Voltainduction in Folge der Bewegung* des geschlossenen Leiters gegen das Solenoid wirkende elektromotorische Kraft ε;

4) die auf das *Solenoid* nach dem Gesetz der *Voltainduction in Folge der Stromänderung* im geschlossenen Leiter wirkende elektromotorische Kraft η.

Die *letzteren*, oder die elektrodynamischen Kräfte nach Ampère, sind die von allen Stromelementen des Solenoids auf alle Stromelemente des geschlossenen Leiters ausgeübten Anziehungs- oder Abstossungskräfte.

Nach dieser Uebersicht hat man *erstens* die Stromarbeit $\frac{dA'}{dt}$ des von den elektromotorischen Kräften $(\varepsilon' + \eta')$ im *geschlossenen Leiter* erregten Stromes i', *zweitens* die Stromarbeit $\frac{dA''}{dt}$ des von den elektromotorischen Kräften $(\varepsilon + \eta)$ im *Solenoid* erregten Stromes i'', *drittens* endlich die von den bewegten *ponderabelen* Theilchen des geschlossenen Leiters, auf welche die von den Stromelementen des Solenoids ausgeübten Anziehungs- und Abstossungskräfte wirken, vollbrachte Arbeit $\frac{dA'''}{dt}$, zu unterscheiden.

Bezeichnet man den Widerstand des *geschlossenen Leiters* mit w', so ist

$$\frac{dA'}{dt} = w'i'i' = \frac{(\varepsilon' + \eta')^2}{w'};$$

bezeichnet man den Widerstand des *Solenoids* mit w und ist e die *im Solenoid gegebene constante elektromotorische Kraft*, und $i = \frac{e}{w}$ die Intensität des von dieser Kraft erregten Stromes, so ist

$$\frac{dA''}{dt} = w(i + i'')^2 - wii = \frac{(e + \varepsilon + \eta)^2 - ee}{w};$$

bezeichnet man endlich die Summe der Componenten aller auf ein bewegtes *ponderabeles* Theilchen des geschlossenen Leiters von allen Stromelementen

des Solenoids ausgeübten Anziehungs- und Abstossungskräfte, nach der Richtung der Bewegung, mit f, und die Geschwindigkeit dieser Bewegung mit v, so ist

$$\frac{dA'''}{dt} = \Sigma fv.$$

Substituirt man nun hierin die aus dem allgemeinen elektrischen Grundgesetze bekannten Werthe sowohl der elektromotorischen Kräfte ε, η, ε', η', wie auch der elektrodynamischen Kräfte f; so soll bewiesen werden, dass

$$\int \left(\frac{dA'}{dt} + \frac{dA''}{dt} + \frac{dA'''}{dt} \right) dt = 0,$$

wenn die Integration auf den ganzen Zeitraum erstreckt wird, nach welchem alle ponderabelen Theilchen des geschlossenen Leiters mit unveränderter Geschwindigkeit wieder in ihre frühere Lage zurückkehren.

Wir beschränken uns hier auf die Betrachtung des einfachen Falls, wo das Solenoid sowohl wie der geschlossene Leiter *Kreise* sind, deren Halbmesser mit r und r' bezeichnet werden mögen. Der Abstand der beiden Kreismittelpunkte von einander sei R und sei so gross, dass r und r' dagegen als verschwindend betrachtet werden dürfen. Die Verbindungslinie R stehe senkrecht auf der Solenoidebene, und der geschlossene Leiter drehe sich um seinen mit R rechtwinklichen Durchmesser, und zwar mit gleichförmiger Geschwindigkeit $\frac{d\alpha}{dt} = \gamma$, wo α den Winkel bezeichnet, welchen das auf die Ebene des geschlossenen Leiters errichtete Perpendikel mit R bildet. Setzt man dann $\frac{\pi^2 r^2 r'^2}{R^3} = a$, so lassen sich aus dem Grundgesetze der elektrischen Wirkung leicht folgende Ausdrücke für die elektromotorischen Kräfte ableiten:

$$\varepsilon' = -2a\gamma \frac{e + \varepsilon + \eta}{w} . \sin \alpha$$

$$\eta' = -2a(1 - \cos \alpha) \frac{d\varepsilon + d\eta}{wdt}$$

$$\varepsilon = -2a\gamma \frac{\varepsilon' + \eta'}{w'} . \frac{\sin \alpha}{1 + 3 \cos \alpha^2}$$

$$\eta = -2a\sqrt{\tfrac{1}{3}}\left(\tfrac{\pi}{3} - \text{arc tang}\,(\cos \alpha . \sqrt{3})\right) \frac{d\varepsilon' + d\eta'}{w'dt}.$$

Entwickelt man nun $(\varepsilon + \eta')$ und $(\varepsilon + \eta)$ in Reihen nach wachsenden Potenzen von a, so erhält man die ersten Glieder dieser Reihen, gegen welche alle folgenden verschwinden,

$$\varepsilon' + \eta' = -2a\gamma\frac{e}{w}\,.\,\sin\alpha$$

$$\varepsilon + \eta = 4a^2\gamma^2\frac{e}{ww'}\left(\frac{\sin\alpha^2}{1+3\cos\alpha^2} + \sqrt{\tfrac{1}{3}}\left(\tfrac{\pi}{3} - \operatorname{arc\,tang}(\cos\alpha\,.\sqrt{3})\right)\cos\alpha\right),$$

und hieraus, ebenso entwickelt,

$$\frac{dA'}{dt} = 4a^2\gamma^2\,.\,\frac{ee}{w^2w'}\,.\,\sin\alpha^2$$

$$\frac{dA''}{dt} = 8a^2\gamma^2\,.\,\frac{ee}{w^2w'}\,.\left(\frac{\sin\alpha^2}{1+3\cos\alpha^2} + \sqrt{\tfrac{1}{3}}\left(\tfrac{\pi}{3} - \operatorname{arc\,tang}(\cos\alpha\,.\sqrt{3})\right)\cos\alpha\right)$$

oder, da der Differentialquotient $\dfrac{d\,.\,\sin\alpha\,.\,\operatorname{arc\,tang}(\cos\alpha\,.\sqrt{3})}{d\alpha} =$

$\cos\alpha\,.\,\operatorname{arc\,tang}(\cos\alpha\,.\sqrt{3}) - \dfrac{\sin\alpha^2\,.\sqrt{3}}{1+3\cos\alpha^2}$ ist,

$$\frac{dA''}{dt} = 8a^2\gamma^2\,.\,\frac{ee}{w^2w'}\,.\sqrt{\tfrac{1}{3}}\left(\tfrac{\pi}{3}\cos\alpha - \frac{d\,.\,\sin\alpha\,\operatorname{arc\,tang}(\cos\alpha\,.\sqrt{3})}{d\alpha}\right).$$

Bezeichnet man endlich den Abstand irgend eines ponderabelen Theilchens des geschlossenen Leiters von seiner Drehungsaxe mit ϱ, so ist das vom Solenoid auf den geschlossenen Leiter ausgeübte Drehungsmoment $D = \Sigma f\varrho$, und die Geschwindigkeit, mit welcher sich das ponderabele Theilchen in seiner Kreisbahn (deren Tangente mit der Richtung der Kraft f zusammenfällt) bewegt, $v = \varrho\gamma$; folglich ist bei *constanter Drehungsgeschwindigkeit* γ

$$\frac{dA'''}{dt} = \Sigma fv = \Sigma f\varrho\gamma = \gamma\Sigma f\varrho = \gamma D.$$

Das vom Solenoid auf den geschlossenen Leiter ausgeübte Drehungsmoment D ist aber nach dem Ampèreschen Gesetze

$$D = 2a\gamma\sin\alpha\,.\,\frac{e+\varepsilon+\eta}{w}\,.\,\frac{\varepsilon'+\eta'}{w'},$$

und setzt man hier die gefundenen Werthe von $(\varepsilon + \eta)$ und $(\varepsilon' + \eta')$ ein, und entwickelt nach Potenzen von a, so erhält man das erste Glied, gegen welches die andern verschwinden,

$$D = -4a^2\gamma \cdot \frac{ee}{w^2 w'} \cdot \sin \alpha^2$$

folglich $$\frac{dA'''}{dt} = -4a^2\gamma^2 \cdot \frac{ee}{w^2 w'} \cdot \sin \alpha^2 = -\frac{dA'}{dt}.$$

Für $\frac{dA''}{dt}$ ergiebt sich der Integralwerth $\int \frac{dA''}{dt} dt$ für die Zeit einer ganzen Umdrehung des geschlossenen Leiters, d. h. für die Zeit nach welcher alle ponderabelen Theilchen mit unveränderter Geschwindigkeit wieder in ihre frühere Lage zurückkehren, bei *constanter* Drehungsgeschwindigkeit $\frac{d\alpha}{dt} = \gamma$,

$$\int \frac{dA''}{dt} dt = \int 8a^2\gamma \cdot \frac{ee}{w^2 w'} \cdot \sqrt{\tfrac{1}{3}} \left(\tfrac{\pi}{3} \cos \alpha - \frac{d.\sin \alpha . \operatorname{arc\,tang} (\cos \alpha . \sqrt{3})}{d\alpha} \right) d\alpha$$

was, zwischen den Grenzen α und $\alpha + 2\pi$ genommen, $= 0$ ist. Da nun $\frac{dA'}{dt} + \frac{dA'''}{dt} = 0$, folglich auch $\int \left(\frac{dA'}{dt} + \frac{dA'''}{dt} \right) dt = 0$ war, so ergiebt sich hieraus, zwischen den angegebenen Grenzen,

$$\int \left(\frac{dA'}{dt} + \frac{dA''}{dt} + \frac{dA'''}{dt} \right) dt = 0,$$

was zu beweisen war.

Man ersieht hieraus, in Beziehung auf die *Arbeit der ponderabelen Theilchen* des geschlossenen Leiters, dass in jedem Augenblicke dt ein Arbeitsverlust, durch die von der Induction hervorgebrachte *Dämpfung*,

$$\frac{dA'''}{dt} dt = -4a^2\gamma^2 \cdot \frac{ee}{w^2 w'} \cdot \sin \alpha^2\, dt$$

statt findet, welcher durch eine auf den geschlossenen Leiter wirkende *Triebkraft* wieder ersetzt werden muss, wenn die Drehungsgeschwindigkeit γ angenommener Weise unverändert bleiben soll. Dagegen findet in dem nämlichen Augenblicke dt ein Gewinn an *Stromarbeit im geschlossenen Leiter* statt, nämlich

$$\frac{dA'}{dt} dt = +4a^2\gamma^2 \cdot \frac{ee}{w^2 w'} \cdot \sin \alpha^2\, dt$$

von gleichem Betrage, woraus also folgt, dass hiebei durch Vermittelung der elektrischen Wechselwirkungen eine reine Umsetzung von *Arbeit ponderabeler Körper* in *Stromarbeit* statt gefunden hat.

Ergäbe sich also aus der Beobachtung, dass die Drehungsgeschwindigkeit γ wirklich ganz unverändert bliebe, und würden dabei die *Triebkräfte* gemessen, welche auf den sich drehenden geschlossenen Leiter wirken müssten, um diese Drehungsgeschwindigkeit unveränderlich zu erhalten, sowohl bei *geöffnetem* Solenoid (wodurch die zur Ueberwindung des Widerstandes der Luft und der Reibung erforderliche Triebkraft bestimmt wird), als auch bei *geschlossenem* Solenoid (wodurch die zur Ueberwindung der elektrischen Dämpfung erforderliche Triebkraft zusammen mit der zur Ueberwindung des Widerstandes der Luft und der Reibung erforderlichen, bestimmt wird), so gäbe die Differenz der beiden gemessenen Triebkräfte, mit der ebenfalls leicht zu messenden Drehungsgeschwindigkeit γ multiplicirt, den Werth von

$$-\frac{dA'''}{dt} = \frac{dA'}{dt},$$

d. i. den Werth der *Stromarbeit im geschlossenen Leiter*, welche der darin inducirte Strom i' in der Zeiteinheit verrichtete.

Würde endlich mit dieser Messung der *Stromarbeit* $\frac{dA'}{dt}$ die Messung der *Stromintensität* i' noch verbunden, so ergäbe sich der *Widerstand des geschlossenen Leiters*, nach absolutem Werthe,

$$w' = \frac{1}{i'i'} \cdot \frac{dA'}{dt}.$$

32.

Bestimmung der Stromarbeit durch Vermittelung von Wärmemessung, nach Versuchen von Becquerel und Lenz.

Soll der Widerstand eines Leiters nach absolutem Maasse bestimmt werden, aber nicht nach der früher angewandten Methode, durch Messung der *elektromotorischen Kraft* und der *Stromintensität*, sondern nach der zuletzt angegebenen, durch Messung der *Stromarbeit* und der *Stromintensität*, so stehen im Allgemeinen, wie gezeigt worden, zwei Wege offen, nach Verschiedenheit der Methode nach welcher die *Stromarbeit* gemessen wird. Die *Stromarbeit* kann nämlich gemessen werden *erstens* durch Messung der *Arbeit bewegter ponderabeler Körper*, welche in Stromarbeit umgesetzt wird, wovon

im vorigen Artikel gehandelt wurde, *zweitens*, durch Messung der *Wärme*, in welche die Stromarbeit umgesetzt wird.

Die *erstere Methode* hatte darum ein besonderes Interesse, weil sie blos auf die bekannten, der reinen Elektricitätslehre angehörenden, Gesetze gebauet war. Die Art und Weise ihrer Ausführung ist nun zwar im vorigen Artikel an einem einfachen Beispiele erläutert worden, man würde aber damit noch in Wirklichkeit zu keinen brauchbaren Resultaten gelangen. Es müssten zuvor wenigstens die günstigsten Verhältnisse für die nach dieser Methode erforderlichen Beobachtungen näher erörtert werden, worauf hier jedoch nicht eingegangen werden soll, weil man leicht im voraus übersicht, dass auch dann unter den stets vom Widerstand der Luft und von der Reibung fester Körper aneinander abhängigen Verhältnissen, unter denen sich alle *ponderabelen Körper*, die wir beobachten, bewegen, die Messung der von ihnen verrichteten Arbeit, oder der zur Erhaltung ihrer Bewegung nothwendigen Triebkraft, auch unter den sonst günstigsten Verhältnissen nicht genau genug ausgeführt werden könnte.

Die *letztere Methode*, bei welcher die Gesetze der mechanischen Wärmetheorie zu Hülfe genommen werden müssen, scheint daher praktisch die einzige zu sein, von welcher so genaue Bestimmungen der *Stromarbeit* erwartet werden dürfen, wie nöthig wären, um aus *Stromarbeit* und *Stromintensität* einen Leitungswiderstand ebenso genau wie aus *elektromotorischer Kraft* und *Stromintensität* zu bestimmen. Es ist daher von Interesse, näher zu betrachten, was auf diesem Wege in neuerer Zeit durch die zahlreichen, namentlich von Becquerel und Lenz, darüber angestellten Versuche geleistet worden ist.

Edmond Becquerel führt in seiner Abhandlung: Des lois du dégagement de la chaleur pendant le passage des courants électriques à travers les corps solides et liquides (Annales de chimie et de physique 1843 tome IX) an, dass nach seinen Versuchen ein Strom, welcher, wenn er durch Wasser geleitet würde, 3,383 Cubikcentimeter Knallgas in jeder Minute, bei 0° Temperatur und 0^m76 Barometerstand, erzeugen würde, in einem Platindrahte von 44 Centimeter Länge und 0,422 Gramm Gewicht, durch den er geht, in jeder

Minute so viel Wärme erzeugt, als 2,18523 Gramm Wasser zur Erhöhung ihrer Temperatur um 1 Grad brauchen.

Nimmt man zu diesen Angaben die von Joule, nach der mechanischen Wärmetheorie, gefundene Bestimmung noch zu Hülfe, wonach die Wärmemenge, welche 1 Kilogramm Wasser von 0° auf 1° zu erwärmen vermag, wenn sie in mechanische Arbeit verwandelt wird, eine Arbeitsgrösse von 423,55 Kilogramm-Metern giebt; so findet man dass die *in jeder Minute* in dem beschriebenen Platindrahte durch den angegebenen Strom erzeugte Wärme, wenn sie in mechanische Arbeit verwandelt wird, eine Arbeitsgrösse von 2,18523 . 0,42355 Kilogramm-Metern giebt, also die *in jeder Secunde* erzeugte Wärme den 60sten Theil hievon. Hieraus ergiebt sich nach *absolutem Arbeitsmaasse*, welches von uns auf Millimeter, Milligramm und Secunde als Grundmaassen der Länge, der Masse und der Zeit zurückgeführt wird (wonach die Schwere $g = 9811 \dfrac{\text{Millimeter}}{\text{Secunde}^2}$ zu setzen ist), die *Stromarbeit*

$$wii = \tfrac{1}{60} \,.\, 9811 \,.\, 2{,}18523 \,.\, 0{,}42355 \,.\, 10^9 = 151340 \,.\, 10^6.$$

Was ferner die *Stromintensität* betrifft, nehmen wir die Angabe zu Hülfe, wonach die Intensität eines Stromes, welcher 1 Milligramm Wasser in 1 Secunde zerlegt, $106\frac{2}{3}$ Mal grösser als das absolute Intensitätsmaass ist (siehe Abhandl. d. math. phys. Classe d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. Bd 3 S. 224). Rechnet man nun, dass 1 Milligramm Wasser zersetzt, 1,8568 Cubikcentimeter Knallgas bei 0° Temperaturund $0{,}^m76$ Barometerstand giebt, so ist die Intensität des beschriebenen Stromes, welcher *in jeder Minute* 3,383 Cubikcentimeter Knallgas erzeugt, nach absolutem Maasse,

$$i = \frac{1}{60} \,.\, \frac{3{,}383}{1{,}8568} \,.\, 106\tfrac{2}{3} = 3{,}2391.$$

Aus diesen Bestimmungen ergiebt sich endlich der *Widerstand des beschriebenen Platindrahts nach absolutem Maasse*

$$w = \frac{wii}{ii} = \frac{151340 \,.\, 10^6}{3{,}2391^2} = 14425 \,.\, 10^6.$$

Dieser Widerstand, mit der Masse eines Millimeter langen Stücks des Drahts $= \frac{422}{440}$ multiplicirt und mit der in Millimetern ausgedrückten Länge des Drahts $= 440$ dividirt, giebt nach den Ohmschen Gesetzen den Widerstand eines

Platindrahts von 1 Millimeter Länge und 1 Milligramm Masse, d. i. den *specifischen Widerstand des Platins*

$$p = 31443000 .$$

Lenz, in seiner Abhandlung: *Ueber die Gesetze der Wärme-Entwickelung durch den galvanischen Strom* (Poggendorffs Annalen 1843—44 Bd. 59. 61.) giebt die Zeit zur Erwärmung von 1 Gramm Wasser auf 1° R. durch einen Draht vom Widerstande = 1, durch welchen ein Strom = 1 geht, zu $57\frac{1}{2}$ Minuten (durch einen Druckfehler, wie es scheint, ist $5\frac{3}{4}$ Secunden angegeben) an, wobei einem Kupferdrahte von 6,358 Fuss Länge und 0,0336 Zoll engl. Durchmesser, bei der Temperatur 15°, *die Einheit des Widerstandes*, und einem Strome, dessen elektrolytische Action = 41,16 Cubikcentimeter Knallgas in der Stunde, bei 0° Temperatur und 760^{mm} Barometerdruck, die *Einheit der Intensität* zugeschrieben worden ist.

Nach der mechanischen Wärmetheorie giebt nun, der schon angeführten Jouleschen Bestimmung gemäss, die in jeder Secunde im beschriebenen Kupferdrahte von der angenommenen Stromeinheit erzeugte Wärme, wenn sie in mechanische Arbeit verwandelt wird, eine *Arbeitsgrösse* $= \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{60.57,5} . 0,42355$ Kilogramm-Meter, d. i. nach *absolutem* (auf Millimeter, Milligramm und Secunde als Grundmaassen der Länge, Masse und Zeit zurückgeführten) *Arbeitsmaasse*, die *Stromarbeit*

$$wii = 9811 \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{60.57,5} \cdot 0,42355 \cdot 10^9 = 1506 \cdot 10^6 .$$

Für die *angenommene Stromeinheit* ferner, deren elektrolytische Action in der Stunde 41,16 Cubikcentimetern Knallgas entsprach, findet man nach Reduction auf *absolutes Maass* den Werth

$$i = \frac{1}{3600} \cdot \frac{41,16}{1,8568} \cdot 106\tfrac{2}{3} = 0,65683 .$$

Aus diesen Bestimmungen ergiebt sich endlich der *Widerstand des beschriebenen Kupferdrahts nach absolutem Maasse*

$$w = \frac{wii}{ii} = \frac{1506 \cdot 10^6}{0,65683^2} = 3490 \cdot 10^6 .$$

Rechnet man die Masse des beschriebenen, 6,358 Fuss engl. = 1938 Milli-

meter langen Kupferdrahts, indem man die Dichtigkeit des Kupfers = 8,921 annimmt, zu 9889 Milligrammen, so ergiebt sich nach den Ohmschen Gesetzen durch Multiplication des gefundenen Widerstands w mit der Masse eines 1 Millimeter langen Stücks, $= \frac{9889}{1938}$, und Division mit der in Millimetern ausgedrückten Länge des Drahts, = 1938, der Widerstand eines Kupferdrahts von 1 Millimeter Länge und 1 Milligramm Masse, d. i. der *specifische Widerstand des Kupfers*

$$\varkappa = 9190000 .$$

Dieses Resultat, mit dem aus Becquerels Versuchen abgeleiteten verglichen, ergäbe, dass der specifische Widerstand des Kupfers etwa $3\frac{1}{2}$ Mal kleiner als der des Platins wäre, während aus zahlreichen directen Vergleichungen bekannt ist, dass er noch viel kleiner ist, nämlich nach Arndtsen's Versuchen, wenn man die für gleiche Drahtlängen *von gleichem Querschnitt* gemachten Angaben auf gleiche Drahtlängen *von gleicher Masse* reducirt, und dabei das Dichtigkeitsverhältniss von Kupfer zu Platin wie 1 : 2,244 annimmt, 15,22 Mal kleiner, und nach Matthiessen's Versuchen 15,93 Mal kleiner, im Mittel also 15,575 Mal kleiner. Hienach würde aus Becquerels Versuchen der specifische Widerstand des Kupfers

$$\varkappa = \frac{p}{15{,}575} = 2018800$$

berechnet werden, was dem Mittel aus den auf anderen Wegen für verschiedene Kupfersorten bisher gefundenen Werthen ziemlich nahe kommt, aber von dem aus den Lenz'schen Versuchen abgeleiteten Werthe $4\frac{1}{2}$ Mal an Grösse übertroffen wird.

Indessen bemerkt Lenz selbst a. a. O. in Beziehung auf die *absolute* Grösse des aus seinen Versuchen abgeleiteten Resultats: „dieses Resultat ist ein blos angenähertes, und kann nur zu ganz rohen Ueberschlägen dienen, denn weder die absolute Quantität des Spiritus noch seine Wärmecapacität sind mit Sicherheit bestimmt worden. Meine gegenwärtigen Versuche hatten keinen andern Zweck, als das Gesetz der Erwärmung von Metalldrähten zu bestimmen; für die genaue Bestimmung des absoluten Werths dieser Erwärmung denke ich noch besondere Versuche anzustellen".

Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass bei der von Lenz sonst in allen

Beziehungen auf diese Versuche verwandten Sorgfalt, blos weil die Aufmerksamkeit auf *absolute* Werthbestimmungen weniger gerichtet war, irgend eine zufällige für die allein bezweckte Begründung der Gesetze einflusslose Verwechselung bei Werthangabe der Reductionscoefficienten Statt gefunden hat, welche an obiger grossen Abweichung im *absoluten* Werthe Schuld ist; denn die genauere Prüfung der Versuche zeigt offenbar, dass die Bestimmung des Widerstandes eines Körpers nach dieser Methode wohl ausführbar ist, was auch durch die gute Uebereinstimmung des aus Becquerels Versuchen abgeleiteten Resultats mit den auf anderm Wege gefundenen bestätigt zu werden scheint; es müssten aber doch, um ganz zuverlässige und genaue Resultate auf diesem Wege zu erlangen, die *Wärmemessungs-Methoden* noch sehr vervollkommnet und schärfere Bestimmungen über *Aequivalenz von Wärme und Arbeit* als man bisher besitzt gewonnen werden, und selbst dann würde doch die absolute Widerstandsmessung eines *Leitungsdrahts* nach dieser Methode die Genauigkeit des durch gemessene elektromotorische Kraft und Stromintensität zu erlangenden Resultats nicht erreichen.

Theilt man aber die galvanischen Leiter in *metallische durch den Strom nicht zersetzbare* und in *feuchte zersetzbare*, so ergiebt sich, dass bei feuchten zersetzbaren Leitern, z. B. beim *Wasser*, ein umgekehrtes Verhältniss wie bei *Leitungsdrähten* statt findet, dass nämlich eine Widerstandsbestimmung feuchter Leiter durch gemessene elektromotorische Kraft und Stromintensität *direct* fast unausführbar ist, wozu noch kommt dass sogar eine *indirecte* Bestimmung durch Vergleichung des unbekannten Widerstandes des feuchten Leiters mit dem bekannten Widerstande eines Leitungsdrahts, wegen der sogenannten *Polarisation* der den feuchten Leiter berührenden Metalloberfläche, grosse Schwierigkeiten findet. Es ist bekannt, dass daher bei aller aufgewandten Mühe und Sorgfalt die Widerstandsverhältnisse feuchter Leiter noch immer nur sehr mangelhaft erforscht sind. Die grösste Bedeutung gewinnt aus diesen Gründen für diese Forschungen die *andere Methode der Widerstandsmessung*, nämlich durch gemessene Stromarbeit (Wärme) und gemessene Stromintensität, weil sie, auf *feuchte Leiter* angewendet, ebenso grosse Vorzüge vor der ersteren besitzt, wie die *erstere*, auf *Leitungsdrähte* angewendet, vor der zweiten besass. Diese Vorzüge beruhen nicht allein auf den bei

feuchten Leitern (Wasser) anwendbaren vollkommneren Wärmemessungsmethoden, sondern vorzugsweise auf der Unabhängigkeit der ganzen Messung von der Betrachtung der *elektromotorischen Kraft*, die bei allen Ketten, wo feuchte Leiter eingeschaltet sind, immer als veränderlich betrachtet werden muss, weil die Einflüsse der Polarisation sich wohl vermindern aber nicht ganz beseitigen lassen. Die *elektromotorische Kraft* ist aber bei so unregelmässigen Veränderungen keiner genauen Bestimmung fähig.

Diese ebenso wichtige wie interessante Anwendung, welche diese zweite Methode auf absolute Widerstandsmessung *feuchter zersetzbarer Leiter* findet, soll, da sie in keinem engeren Zusammenhange mit dem Gegenstande dieser Abhandlung steht, einer besonderen Erörterung vorbehalten bleiben.

33.

Ueber die Umsetzung der Stromarbeit in Wärme.

Die Stromarbeit ist an die Bewegung der elektrischen Fluida geknüpft; die Wärme ist, nach der mechanischen Wärmetheorie, ebenfalls an die Bewegung eines Körpers gebunden, den man aber von den elektrischen Fluidis zu unterscheiden pflegt. Eine nähere Einsicht in die Art und Weise, wie Stromarbeit in Wärme umgesetzt werde, fordert daher zunächst, dass die Bewegungen der elektrischen Fluida bis zu Ende genau verfolgt werden, um die Verhältnisse kennen zu lernen, unter welchen der Uebergang der Bewegung der elektrischen Fluida in die Bewegung eines anderen Mediums statt finde. Hiebei dürfte die ideale Annahme von der Superposition mehrerer im Raume des Leiters stetig und gleichförmig vertheilter Substanzen, nämlich der ponderabelen Substanz des Leiters, der beiden elektrischen Fluida und ausserdem noch die eines sogenannten Wärmemediums, so angemessen sie für viele andere Zwecke sein möge, wo es sich um Fernwirkungen handelt, nicht zulässig erscheinen, vielmehr leuchtet hiebei leicht die Nothwendigkeit ein, die ponderabele Substanz des Leiters in einzelnen Moleculen concentrirt anzunehmen, die von elektrischen Theilchen umgeben sind, welche sich im Falle eines Stromes von einem Molecule zum andern fortbewegen. Die Trennung eines elektrischen Theilchens von einem Molecule muss dann, der verschie-

denen Grösse der elektromotorischen Kraft gemäss, von welcher der Strom hervorgebracht wird, bald langsamer bald schneller erfolgen, wovon die Zahl der in einer gewissen Zeit sich vom Molecule trennenden elektrischen Theilchen abhängt. Die Arbeit jedes elektrischen Theilchens bei der Trennungsbewegung, in Folge der von dem Molecule darauf ausgeübten Kräfte, möge nun von der Schnelligkeit der Trennung abhängig sein oder nicht; stets wird eine entgegengesetzt gleiche Arbeit von demselben Theilchen bei seiner Vereinigungsbewegung mit dem folgenden Molecule verrichtet werden, so dass diese beiden Arbeitsgrössen einander compensiren. Sobald aber das elektrische Theilchen von dem ersteren Molecule getrennt ist, wird es, getrieben von der elektromotorischen Kraft f, den Zwischenraum α bis zum zweiten Molecule durchlaufen und dabei also die Arbeit $f\alpha$ verrichten. Die Summe aller dieser Arbeitsgrössen, $\Sigma f\alpha$, bildet die ganze Stromarbeit im Leiter. Jedes elektrische Theilchen tritt daher mit einer um den mit $f\alpha$ äquivalenten Werth vergrösserten lebendigen Kraft in das Bereich des folgenden Molecules ein, als es aus dem Bereich des vorhergehenden Molecules ausgetreten war, wodurch also der Werth der lebendigen Kräfte im Bereich aller Molecule zusammen genommen um einen mit der ganzen Stromarbeit äquivalenten Betrag vergrössert werden muss. Eine solche der Stromarbeit äquivalente Vergrösserung der lebendigen Kräfte in allen Moleculen zusammen genommen ist nun aber, nach der mechanischen Wärmetheorie, auch die vom Strome im Leiter erzeugte Wärme, und es fragt sich nur, ob sie mit jener ganz identisch ist, d. h. ob sie in der fortdauernden Bewegung jener elektrischen Theilchen selbst besteht, oder ob die jedem Molecule zugeführte Bewegung von den elektrischen Theilchen, welche sie mitbrachten, auf andere Körpertheilchen, z. B. auf die im Bereiche desselben Molecules befindlichen Theilchen eines besondern Mediums übertragen werde und erst nach dieser Uebertragung als Wärme hervortrete, wo dann die Gesetze der Uebertragung zu erforschen und nähere Rechenschaft darüber zu geben sein würde, warum dieselbe lebendige Kraft erst dann als Wärme hervortritt, wenn sie an die Theilchen des Wärmemediums, statt an elektrische Theilchen, geknüpft ist.

Man sieht leicht ein, dass die Behauptung einer solchen Uebertragung der von elektrischen Theilchen mitgebrachten lebendigen Kraft auf die Theil-

chen eines andern im Bereiche des Molecules befindlichen Mediums nicht unerhebliche Schwierigkeiten findet, vorzüglich darum, weil danach consequenter Weise jede Fortdauer einer Bewegung der elektrischen Theilchen im Bereiche eines solchen ponderabelen Molecules abgeleugnet werden müsste. Wenn die elektrischen Theilchen, welche die Stromarbeit mit sich führen, beim Eintritt in das Bereich eines ponderabelen Molecules die mitgebrachte Stromarbeit sofort, und zwar nicht blos theilweis sondern ganz und gar, an andere materielle Theilchen (an die Theilchen des Wärmemediums) abtreten müssen; so muss aus gleichem Grunde überhaupt jede den elektrischen Theilchen im Bereiche ponderabeler Molecule ertheilte Bewegung, gleichgültig woher sie rühren möge, ihnen sofort wieder entzogen werden, so dass gar keine *beharrende Bewegung elektrischer Theilchen* im Bereiche ponderabeler Molecule möglich wäre. Sogar die Möglichkeit des elektrischen Stromes im ponderabelen Körper würde dadurch zweifelhaft werden; denn ein elektrisches Theilchen, wenn es auch von noch so grossen elektromotorischen Kräften getrieben würde, könnte in eine grössere Bewegung gar nicht gerathen, wenn jede Bewegung im Entstehen sofort von ihm an die Theilchen des Wärmemediums übertragen würde.

Es leuchtet hieraus ein, dass die Behauptung der Uebertragung aller Stromarbeit auf das Wärmemedium ponderabeler Molecule vor Allem mit der Behauptung von der Existenz *beharrlicher elektrischer Molecularströme*, wie sie zuerst von Ampère aufgestellt worden, in totalem Widerspruch steht. Wer also mit Ampère die wirkliche Existenz zweier magnetischen Fluida leugnet und dadurch zur Behauptung *beharrlicher elektrischer Molecularströme* genöthigt wird, darf jene Uebertragung nicht zugeben, und er braucht sie um so weniger zuzugeben, weil gar nichts angeführt werden kann, was durch eine solche Uebertragung gewonnen würde. Wenigstens nach der mechanischen Wärmetheorie leuchtet ein, dass in Beziehung auf die Wärme principiell *unmittelbar* gar nichts anderes als die in den Moleculen vorhandene lebendige Kraft in Betracht kommt, für welche die Beschaffenheit ihres materiellen Trägers indifferent ist. Nur *mittelbar* könnte nach der mechanischen Wärmetheorie die Beschaffenheit des materiellen Trägers der das Wesen der Wärme bildenden lebendigen Kraft in Betracht kommen, nämlich in sofern als

die Kräfte der Wechselwirkung der Theilchen dieses Trägers, theils unter einander theils mit andern Theilchen, und folglich die Uebertragungs- oder Fortpflanzungsgesetze (die Gesetze der Wärmestrahlung, der Temperaturmittheilung und der Temperaturausgleichung unter verschiedenen ponderabelen Moleculen), davon abhängig wären.

Ist auch der *Wärmeäther im leeren Raume* durch die ihm, gleich dem Lichtäther, zugeschriebenen Gesetze der Wellenfortpflanzung wenigstens indirect definirt, und kann von seiner Existenz und Verbreitung, auch im Innern der ponderabelen Körper, in den leeren Räumen zwischen den Moleculen, ohne die ganze Wellentheorie der strahlenden Wärme zu verwerfen, nicht abstrahirt werden; so findet doch zwischen den ponderabelen Körpermoleculen (mit Allem was in ihrem Bereiche liegt und dazu gehört) und jenem Aether keine weitere Beziehung statt, als dass *einerseits* die Wellenerregung im Aether (die Wärmestrahlung), *andererseits* die Wellendämpfung (die Wärmeabsorption) von den ponderabelen Moleculen ausgehen muss, wozu aber in den Moleculen ebensowenig ein besonderes Wärmemedium nöthig ist, wie im Metall der Glocke, welche Schallwellen durch das Luftmedium aussendet, Luft enthalten zu sein braucht.

Alle diese Betrachtungen lassen sich auf folgende Weise kurz zusammenfassen. Da eine Temperaturerhöhung der ponderabelen Molecule nach der mechanischen Wärmetheorie eine Zunahme der lebendigen Kraft in den Moleculen fordert, da diese Zunahme der lebendigen Kraft durch die mit grösserer Geschwindigkeit in das Bereich der Molecule eintretenden, mit geringerer Geschwindigkeit wieder austretenden elektrischen Theilchen, welche den Strom bilden, gegeben ist, da ferner diese Zunahme an lebendiger Kraft *nach der Theorie beharrlicher elektrischer Molecularströme*, während die Theilchen im Bereich der Molecule sich befinden, ungeschwächt *beharrt;* so scheint von einer *Umsetzung* von Stromarbeit in Wärme gar nicht die Rede sein zu können, sondern die in den Moleculen angesammelte *Stromarbeit* scheint danach selbst als die in den Moleculen enthaltene *Wärme* betrachtet werden zu müssen.

Es leuchtet freilich ein, dass alsdann die Gesetze der unter dem Namen *Wärmestrahlung* und *Wärmeabsorption* zusammengefassten Beziehungen zwi-

schen der um die einzelnen Molecule in beharrlicher Molecularströmung befindlichen Elektricität und dem im umgebenden Raume befindlichen Wärmeäther noch einer näheren, auf der Natur beider Medien beruhenden, Begründung bedürfen; einer ebensolchen Begründung würden aber jene Gesetze auch bedürfen, wenn man das sogenannte Wärmemedium an die Stelle der Elektricität setzte. Während nun im letzteren Falle eine solche Begründung gar nicht einmal versucht worden ist, so kann man doch was den ersteren Fall betrifft, die scharfsinnige von C. Neumann ausgeführte Untersuchung: *Explicare tentatur quomodo fiat ut lucis planum polarisationis per vires electricas vel magneticas declinetur.* Halis Saxonum, 1858. als einen solchen ersten Versuch anführen; denn es leuchtet ein, dass das, was Neumann von den Beziehungen zwischen beharrlichen elektrischen Molecularströmen und Lichtäther sagt, in ähnlicher Weise auch auf die Beziehungen zwischen beharrlichen elektrischen Molecularströmen und Wärmeäther Anwendung finden werde.

Zwar hat Neumann nach seinen Prämissen gefunden, dass keine Einwirkung elektrischer Molecularströme auf *ruhende Aethertheilchen* statt finden könne; es ist aber dabei zu beachten, dass diese Prämissen, dem Zwecke der Neumannschen Untersuchung gemäss, welcher auf die Einwirkung der Molecularströme auf die schon vorhandenen mitten zwischen den Moleculen durch den Aether fortgepflanzten Wellenzüge beschränkt war, sich zwar auf Wirkungen der Molecularströme in sehr kleinen Entfernungen bezogen, doch aber noch immer die Zulassung einer *idealen* Vorstellung von den Molecularströmen gestatteten, wonach dieselben als eine *Superposition entgegengesetzt gleicher Ströme positiver und negativer Elektricität* betrachtet werden, was aber offenbar nicht gestattet ist, wenn es sich um die Erregung neuer Wellenzüge durch die elektrischen Molecularströme handelt, welche nur in der an die Molecularströme *unmittelbar angrenzenden Aetherschicht* statt finden kann. Für diese Aetherschicht dürfen die in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden positiven und negativen elektrischen Theilchen nicht mehr als zusammenfallend betrachtet werden. Denkt man sich dann also z. B. das negative Fluidum mit dem Molecule als fest verbunden, und das positive Fluidum allein in Molecularströmung begriffen, oder umgekehrt, (eine Vorstellungsweise, welche sich dadurch empfiehlt, dass sie mit der Beharrung der

Molecularströme ohne elektromotorische Kräfte bestehen kann), so leuchtet ein, dass die Verschiedenheit in Lage und Verhalten beider elektrischen Fluida im Bereiche des Molecules zwar schon bei sehr geringen Entfernungen (wie sie Neumann betrachtet) nicht mehr beachtet zu werden braucht, worauf die Zulässigkeit jener *idealen* Vorstellung von den Molecularströmen beruht; dass sie doch aber für die *unmittelbar angrenzende Aetherschicht* von Bedeutung sein kann, zumal wenn das in Molecularströmung befindliche elektrische Fluidum *nicht stetig und gleichförmig* um das Molecule vertheilt wäre.

Findet dann aber wirklich eine Störung des Gleichgewichts in der *unmittelbar angrenzenden Aetherschicht*, folglich eine Erregung von Aetherwellen, statt; so leuchtet ein, dass dieselbe mit jedem Umlauf der Elektricität um das Molecule sich wiederholen, also die *Wellendauer* mit der *Umlaufszeit der elektrischen Theilchen* im Molecularstrome übereinstimmen muss. Bei *leuchtenden Moleculen* ist aber die Wellendauer der von ihnen ausgesandten Wellenzüge aus optischen Versuchen genau bekannt; es würde also, wenn die angenommene Relation zwischen elektrischen Molecularströmen und dem Lichtäther, nach Neumanns Idee, sich bestätigte, hienach möglich werden, aus optischen Versuchen über das Verhalten der die Molecularströme bildenden Elektricität nähere Auskunft zu erhalten. — Jedenfalls ist die Neumannsche Untersuchung schon in ihrer ersten Entwickelung für die Optik, *zur Erklärung der Drehung der Polarisationsebene durch galvanische und magnetische Kräfte*, so erfolgreich gewesen, dass man hoffen darf, dass die weitere Verfolgung und Ausbildung der Theorie beharrlicher elektrischer Molecularströme in ihren Beziehungen zum Licht- oder Wärmeäther und seiner Wellenbewegung zu noch vielen andern, den so wichtigen und noch so wenig erforschten Zusammenhang zwischen *Elektricität*, *Wärme* und *Licht* betreffenden, Aufschlüssen führen werde.

Verbesserungen: S. 30 Note Z. 10 lies: welcher $= \frac{\pi m}{kr} \int idt$, statt: und nach Art. 4 $= \frac{\pi\pi m}{4rk} \int idt$.

Z. 16 lies: $(\pi + 2)$, statt: $(\frac{\pi\pi}{4} + 2)$.

S. 36 Z. 17 lies: $\frac{3}{2} \cdot \frac{2+\pi}{4+3\pi} a = 0{,}5745\, a$, statt: $\frac{3}{2} \cdot \frac{2+3\pi}{4+3\pi} a = 1{,}2756\, a$

S. 37 Z. 4 lies: $\frac{1}{21}$ statt: $\frac{1}{14}$.

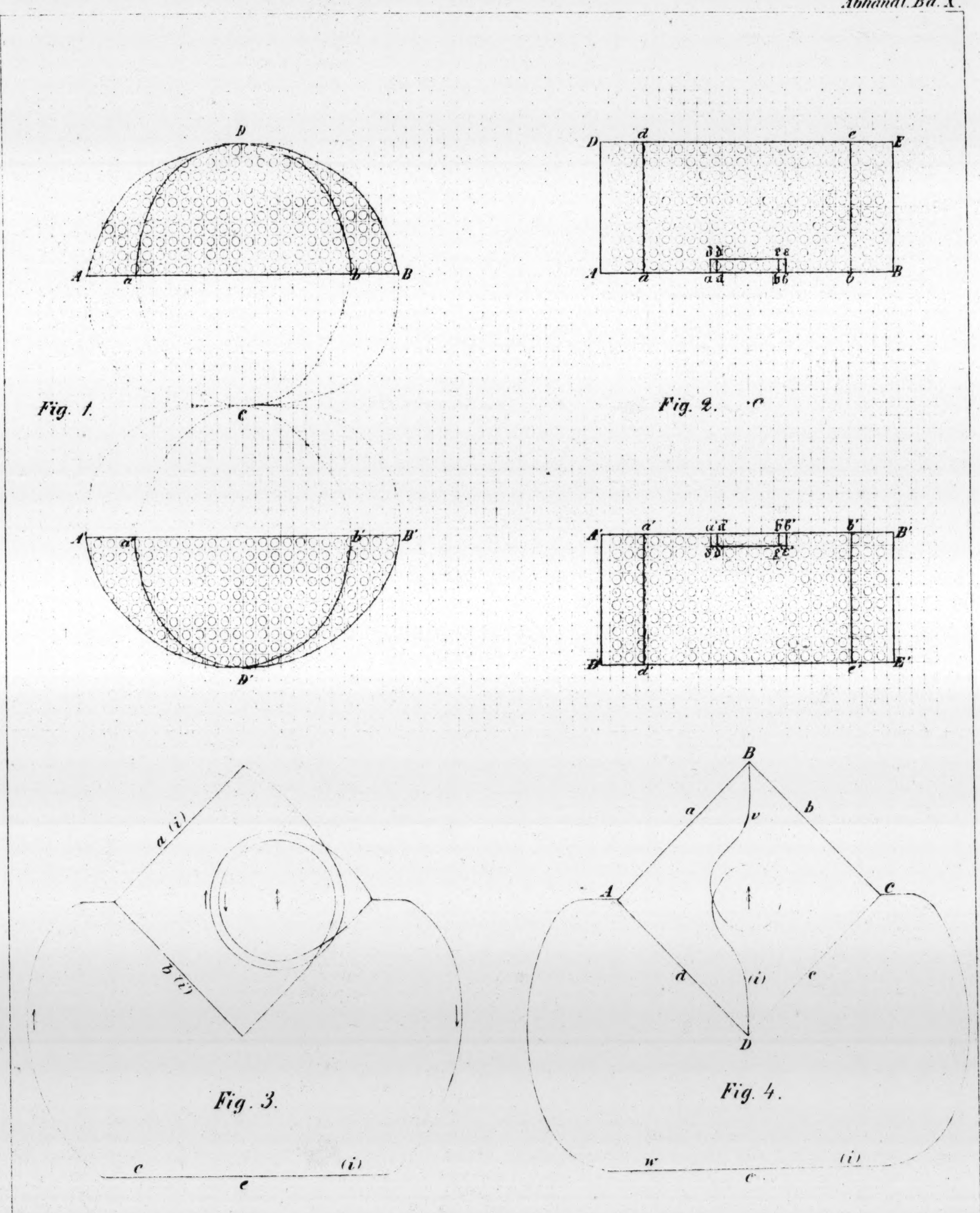


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Der Census räumlicher Complexe

oder

Verallgemeinerung des Euler'schen Satzes von den Polyëdern.

Von

Johann Benedict Listing.

In der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften vorgetragen am 7. December 1861.

Der von Euler in der Mitte des vorigen Jahrhunderts gefundene Satz über den Zusammenhang der Anzahl der Ecken, Kanten und Flächen eines Polyëders [1]), wonach die Zahl der Ecken und Flächen zusammen genommen die Zahl der Kanten um 2 übertrifft, das Seitenstück des an sich evidenten Satzes, dass in einem Polygon die Zahl der Ecken gleich ist der Zahl der Seiten, ist von dem berühmten Erfinder in der ersten seiner beiden darauf bezüglichen Abhandlungen nur in unvollständiger Induction verificirt, in der zweiten aber streng bewiesen worden. Seitdem ist dieses Theorem von verschiedenen Geometern, wie Legendre [2]), Cauchy [3]), Lhuilier [4]) u. A. sowie noch

1) Leonh. Euler: Elementa doctrinae solidorum, und Demonstratio nonnullarum insignium proprietatum, quibus solida hedris planis inclusa sunt praedita. Novi Commentarii Acad. Sc. Petrop. IV. ad annum 1752 et 1753. Petropoli 1758. pag. 109 und 140.

2) Elémens de géométrie, Paris 1794.

3) Recherches sur les polyèdres, 2de partie. Journal de l'Ecole polytechnique 16. Cahier. Paris 1813. pag. 76.

4) Mémoire sur la polyédrométrie, contenant une démonstration directe du théorème d'Euler sur les polyèdres, et un examen de diverses exceptions auxquelles ce théorème est assujetti (extrait par M. Gergonne). Annales de mathématiques pures et appliquées par Gergonne III. 1812 Dec. pag. 169.

neuerdings Cayley[1]) theils mit neuen Beweisen versehen, theils erweitert worden. Die verschiedenen zum Beweise des Satzes angewandten Methoden sind für den Zweck der gegenwärtigen Untersuchung weniger von unmittelbarem Interesse als die Erweiterungen desselben, welche als Anbahnung der Verallgemeinerung betrachtet werden dürfen, die den eigentlichen Gegenstand der vorliegenden Abhandlung bildet. Cauchy hat neben einem neuen Beweise dem Satze die Erweiterung gegeben, dass er sich auf ein zusammenhängendes Aggregat von Polyëdern, gleichsam mit Intercellularwänden versehen, bezieht, wo die im Euler'schen Satze vorkommende constante Zahl 2 durch $P+1$ ersetzt wird, wenn P die Zahl der Raumtheile oder Partialpolyëder bedeutet, welche das polyëdrische Aggregat bilden. Während aber Euler und Cauchy andere als sogenannte convexe Polyëder — sei es stillschweigend, sei es ausdrücklich — von der Betrachtung ausschliessen, hat Lhuilier die sogenannten Ausnahmefälle, in welchen sich der Satz in der Euler'schen Fassung nicht verificirte, betrachtet und dem Theorem eine auch diese exceptionellen Fälle umfassende Erweiterung zu geben gesucht. Die drei Arten dieser sog. Ausnahmen, nach Lhuilier's Meinung die einzig möglichen, führen auf die allgemeine Relation

$$F+S=A+2\,(i-o+1)+(p+p'+p''+\ldots)$$

wo i die Anzahl eingeschlossener Polyëderräume im Innern eines grösseren Polyëders, o die Anzahl von durchgehenden Oeffnungen, p, p', u. s. w. die Anzahl von eingeschriebenen Polygonen auf Seitenflächen des Polyëders bedeutet, welche dadurch ringförmige Zusammenhänge (nach unserer Ausdrucksweise Cyklosen) annehmen, wo ferner F die Zahl der Seitenflächen, S die Zahl der Ecken, A die Zahl der Kanten bezeichnet. Nur ist hierbei die aus der inductorischen Ausdehnung des Falles $o=1$ auf Fälle complicirter Durch-

1) in einem erst nach Abschluss der vorliegenden Untersuchung bekannt gewordenen Aufsatz „on the Partitions of a Close" in Lond. Edinb. Dubl. Philosophical Magazine 1861. June pag. 424. Die hier mehr angedeutete als durchgeführte Ausdehnung des Euler'schen Satzes auch auf krummlinige Flächenbegrenzungen bezieht sich wesentlich nur auf Linear-Configurationen in der Ebene oder auf der Kugelfläche.

löcherungen, wo der numerische Werth von o nicht sofort aus blosser Intuition hervorgeht, erwachsende Schwierigkeit weder erwogen noch erledigt.

Wir haben es im Folgenden nicht bloss mit Polyëdern irgend welcher Art und ihren Zusammensetzungen zu einer oder beliebig vielen ausser- oder ineinander bestehenden Gruppen, sondern mit *räumlichen Complexen* überhaupt zu thun, wie wir beliebige Aggregate von Punkten, Linien (gerade oder krumm) und Flächen (eben oder gekrümmt) nennen werden, durch welche der unbegrenzte Raum auf beliebige Weise vollkommen oder unvollkommen getheilt, die Theile auf beliebige Art, vollständig oder theilweise begrenzt werden. Je grösser aber die Allgemeinheit ist, welche man erzielt, desto schärfer müssen die Ausgangspunkte in ihren Begriffen festgestellt werden, will man nicht Gefahr laufen, der Allgemeinheit durch Unbestimmtheit oder Willkür ihren Werth zu entziehen. Während bei einem Polyëder kaum bevorwortet zu werden braucht, was man unter Eckpunkten, unter Kanten und Seitenflächen zu verstehen hat, genügt es in dem verallgemeinerten Gebiet räumlicher Complexe nicht, von einem Quadrat oder von einem Tetraëder zu sprechen; man muss vielmehr ausdrücklich angeben, ob das Quadrat bloss vier Seiten und vier Ecken, oder ob es auch eine Fläche besitze, die von den Linien der Figur eingeschlossen oder begrenzt wird, und ebenso ob das Tetraëder ausser seinen vier Ecken und sechs Kanten alle vier Seitenflächen, wie an einem soliden Körper, oder nur einige oder gar keine besitze, ähnlich einem Drahtgestelle mit oder ohne Papierwand.

Die genauer definirten Elemente und die aus ihnen zusammengesetzten Complexe werden nun zunächst, wie im Euler'schen Satze, gezählt, nur dass wir nicht bloss, wie dort, drei Zahlen — der Ecken, Kanten und Flächen — sondern vier, nämlich der Punkte, Linien, Flächen und Räume auszumitteln haben, welche alsdann durch das allgemeine Theorem mit einander in Relation treten. Es wird sich aber zeigen, dass das Theorem nicht die blosse Zahl jeder Art von Elementen, sondern für jedes Element noch eine numerische Modification erforderlich macht, der zu Folge der Satz nicht unmittelbar, sondern bloss mittelbar auf einer *Zählung* beruht, und so gleichsam in einem nach gewissen Rangklassen innerhalb der einzelnen Kategorien von Elementen geregelten *Census* besteht. Dieser Punkt in der Verallgemeinerung ist so

wesentlich und durchgreifend, dass ich nicht angestanden habe, den Satz mit dem Namen des „Census“ räumlicher Complexe zu bezeichnen.

Der Inhalt des Satzes aber wird in seiner ersten allgemeinen Form darin bestehen, dass die in gedachter Weise modificirten Zahlen der Bestandtheile, so zu einem abgebraischen Aggregat vereinigt, dass die von gerader Anzahl von Dimensionen (Punkte und Flächen) positiv, die von ungerader Anzahl von Dimensionen (Linien und körperliche Räume) negativ genommen werden, von der Anzahl der Complexe um 1 übertroffen werden, d. h. bei Einem Complex Null, bei zweien 1, bei dreien 2 geben u. s. w.

Man sieht sofort, in welcher Weise sich der Euler'sche Satz als ganz specieller Fall diesem Theorem unterordnet. Die Summe nämlich der Ecken (oder Punkte) und ebenen Seiten (oder Flächen) positiv genommen, und der Kanten (oder Linien) und Räume (ihre Zahl ist hier allezeit $= 2$, der eingeschlossene und der ausgeschlossene Raum) negativ genommen ist gleich Null — die gedachte Modification fällt nämlich für die in diesem Falle betrachteten Polyëder weg.

Sodann aber wird das Theorem vermöge einer leichten Modification im Begriff des Complexes noch eine fernere, gleichsam mehr metaphysische Verallgemeinerung erlangen, in der jenes Aggregat von vier Gliedern unter Berücksichtigung der aus dem neuen Begriff des Complexes sich ergebenden Modalitäten in allen Fällen $= 0$ wird, selbst in dem anfänglich bei Seite zu setzenden Falle, wo sich beliebig viele Complextheile ins Unendliche erstrecken.

Diese einleitenden Bemerkungen mögen genügen, den Sinn des Theorems im Allgemeinen anzudeuten, dessen Begründung uns nun im Nachstehenden ausführlich beschäftigen soll.

1.

Begriff der Complexe und der Constituenten.

Unter einem *räumlichen Complex* verstehen wir vorerst jede beliebige Configuration von Punkten, Linien und Flächen im Raume, die Linien und

Flächen mögen gerade oder krumm, offen oder geschlossen, begrenzt oder unbegrenzt sein, nur dass alle diese Elemente unter sich zusammenhängen müssen, um zu Einem Complex gerechnet zu werden. Bei fehlendem Zusammenhang der Elemente haben wir es mit so vielen Complexen zu thun, als getrennte Configurationen im Raume vorhanden sind, gleichviel ob sie in einander oder neben einander bestehen. Es versteht sich von selbst, dass die Zahl einer oder mehrerer Arten von Elementen Null sein kann. So stellt z. B. ein einziger Punkt einen Complex dar, in welchem sowohl die Zahl der Linien, als der Flächen Null ist. Eine in sich zurückkehrende krumme Linie, z. B. der Umfang eines Kreises, würde einen Complex ohne Punkte und ohne Flächen, eine Kugelfläche einen Complex ohne Punkte und Linien, eine allseitig geschlossene mit einer Spitze versehene, birnförmige Fläche einen Complex bloss aus einem Punkte und einer Fläche bestehend darstellen. Selbst der Fall ist als zulässig zu betrachten, wo alle Elemente fehlen und somit die Zahl der Complexe Null ist.

Wir bemerken nun, dass wir uns im Folgenden zunächst auf die Betrachtung begrenzter oder endlicher Complexe beschränken, um weiterhin unter einer leichten Abänderung des Begriffes der Complexe die Untersuchung auch auf den Fall der Zulässigkeit unbegrenzter Complexe auszudehnen, d. h. solcher, wo Linien oder Flächen, die sie enthalten, sich ein- oder mehrseitig in unendliche Ferne erstrecken. Die Unbeschränktheit der Ausdehnung bleibt demnach vorläufig dem die Complexe umgebenden und ins Unendliche sich erstreckenden Raume allein reservirt.

Unter *Constituenten* verstehen wir die vorgenannten drei Arten von Elementen, welche die Complexe bilden, nebst den Theilen des ganzen unendlichen Raumes, welche durch die Complexe und ihre Elemente von einander abgegrenzt werden. Es gibt demnach vier Arten von Constituenten.

Zur Schärfe dieser vorläufigen Feststellungen ist es erforderlich, daran zu erinnern, dass man jeden körperlichen Raum als das Aggregat einer unendlichen Zahl von Flächen, jede Fläche als das Aggregat einer unendlichen Zahl von Linien, jede Linie als das Aggregat unendlich vieler Punkte betrachten kann, und dass man demzufolge bei gegebenem Complex oder gegebenen Complexen sämmtliche Constituenten auf Eine oder im Allgemeinen auf weniger

als vier Kategorien würde zurückführen können. Da indessen hierdurch offenbar nicht nur einer oder mehrere Constituenten in unendlicher Anzahl auftreten, sondern auch eine der für unser Theorem wichtigsten Verschiedenartigkeiten unberücksichtigt bleiben würde, so schliessen wir hier solche Aequivalenzen, wie einer Fläche mit unendlich vielen in ihr enthaltenen Linien, einer Linie mit der unendlichen Reihe der in ihr enthaltenen Punkte, als unzulässig aus.

Die vier Arten von Constituenten nennen wir *Curien.*

2.

Erste Curie: Punkte.

Die Punkte, welche in der ersten Curie gezählt werden, sind die Grenzen nicht bloss von Linien, wie das Ende einer Linie oder die Grenze zwischen zwei oder mehreren Linien, z. B. eine Polygon- oder Polyëder-Ecke, sondern auch von Flächen oder Körpern, wo sie ebensowohl als Spitzen oder Ecken, wie bei einer Kegelfläche, als auch auf einer stetig gekrümmten oder ebenen Fläche vorkommen können, wie der Mittelpunkt einer Kreisfläche (die in diesem Falle als eine Ringfläche zu betrachten ist, mit einer äusseren Grenze, dem Kreisumfang, und einer inneren, dem Mittelpunkte) oder wie der Berührungspunkt zweier sich berührenden Kugelflächen. Im letztgedachten Beispiel kann der Punkt als solcher verloren gehen, sobald sich die zwei Kugeln von einander trennen und zwei Complexe bilden, oder aber eine oder beide Kugeln den Punkt auf ihrer Oberfläche (im letzteren Falle als zwei Punkte) behalten, je nachdem es bei Aufstellung der Elemente so oder anders bestimmt worden. Diese Beispiele legen vor Augen, dass jeder Binnenpunkt einer Linie oder einer Fläche oder jeder isolirte Punkt im Raume als zählpflichtiger Punkt, der sich als solcher von jedem andern bloss möglichen unterscheidet, unter den Constituenten gegeben sein kann. Es scheint daher zweckmässig, solche als Constituenten unter den Daten gegebene Punkte so wie alle Elemente, sofern sie in ihrer Curie mitzählen sollen, durch das Beiwort *effectiv* zu bezeichnen, und andere bei den Betrachtungen oder Opera-

tionen nur vorübergehend zu Hülfe genommene und in ihrer Curie nicht mitzählende Elemente durch die Bezeichnung *virtuell* von ihnen ausdrücklich zu unterscheiden. Bei Polyëdern, auf welche allein, und nicht einmal in ihrer möglichsten Allgemeinheit, sich der Euler'sche Satz in seiner ursprünglichen Form bezieht, erscheinen lediglich die Eckpunkte als (in unserm Sinne) effective Punkte. Wir statuiren die Zulässigkeit noch anderer effectiver Punkte sowohl innerhalb jeder Kante und jeder Seitenfläche als innerhalb oder ausserhalb des polyëdrischen Raumes. Die Allgemeinheit, welche den gegenwärtigen Betrachtungen vindicirt werden soll, lässt es als irrelevant erscheinen, ob z. B. der Winkel zwischen zwei an einem effectiven Punkte an einander grenzenden Linien oder zwischen ihren Endstücken einen Winkel von 144° oder von 180° bilden, und ob der Körperwinkel der einen Raum begrenzenden Fläche an einem effectiven Punkte dieser Fläche den achten Theil der Kugelfläche (vom Radius 1), wie beim Würfel, oder die Halbkugel zum Maasse hat, wie an jedem (effectiven) Binnenpunkte einer ebenen oder stetig krummen Oberfläche.

Wir werden die Zahl oder den Numerus der effectiven Punkte durch a bezeichnen, welches also Null oder jede endliche positive ganze Zahl bedeuten kann.

3.

Zweite Curie: Linien.

Während die Constituenten der ersten Curie in Elementen ohne räumliche Dimension, den Punkten, bestehen, enthält die zweite Curie Elemente von Einer Dimension, die Linien. Da wir vorerst nur endliche Complexe betrachten, so ist die einzige Bedingung, welche wir den effectiven Constituenten dieser Curie auferlegen, dass der Fall ihrer unbegrenzten Ausdehnung in unendliche Ferne ausgeschlossen bleibe, so dass also eine von einem gegebenen Anfangspunkte ausgehende, ins Unendliche sich erstreckende gerade Linie ebensowohl als eine beiderseits unbegrenzte gerade oder die längs ihren Asymptoten verlaufenden endlosen Curvenzweige noch unzulässig sein

sollen. Uebrigens ist jede Gestaltung statthaft: gerade oder krumm; zweiendig, wie die Seite eines Dreiecks; oder einendig, wie jeder der zwei Theile oder Schlingen einer 8 oder wie der mit einem effectiven Punkte versehene Kreisumfang; in sich geschlossen, wie jede in sich zurückkehrende sich nirgend selbst schneidende Curve im Raum, in einfachem oder beliebig verschlungenem oder verknotetem Verlauf. Mehrere dieser Verschiedenartigkeiten, wiewohl alle gleich zulässig, werden weiterhin ihre wesentliche Berücksichtigung finden. So wie die Constituenten der ersten Curie als Grenzen der Constituenten der drei folgenden (höheren) Curien erscheinen, so treten die der zweiten Curie als Grenzen der zwei folgenden Curien, d. i. sowohl der Flächen als der körperlichen Räume auf. Die 6 Kanten eines Tetraëders begrenzen nicht nur die 4 dreiseitigen Seitenflächen dieses Körpers, sondern auch im Verein mit diesen Seiten sowohl den eingeschlossenen tetraëdrischen Raum, als den diesen Körper umgebenden äussern Raum. Ein bloss aus den Tetraëderkanten bestehender Complex, enthaltend 4 Punkte und 6 Linien, gibt dem ganzen unendlichen Raum, obwohl er nicht mehr, wie im vorigen Beispiel, wo die Seitenflächen des Tetraëders effectiv waren, in getrennte Stücke zerfällt, eine in gewissem Maasse complicirte Begrenzung, durch welche die Beschaffenheit dieses Constituenten auf eigenthümliche Weise modificirt wird. Eine mit einem Durchmesser oder einer Sehne versehene Kugelfläche enthält einen inneren Raum, der von der Fläche einerseits, von der Linie andererseits begrenzt ist, ähnlich einem mit einer Durchbohrung versehenen soliden Körper. Während die Durchschnitte von Flächen, die Kanten von Oberflächen, mögen sie, wie bei Polyëdern aus ebenen Theilen bestehen oder nicht, die Grenzen von Flächen ohne Nachbarflächen, wie die Seiten einer einzigen Dreiecksfläche, und endlich isolirte oder nackte Linien, wie die Sehne oder ein einzelner Radius einer Kugel, oder wie eine einzelne ringförmige Linie, selbstverständlich als effectiv gelten, so können überdies auch Linien in einer jeden Fläche als effective gegeben sein, die man sich dann als Kanten der Fläche vorstellen darf, längs welchen der diëdrische Kantenwinkel rücksichtlich beider Flächenseiten 180° beträgt. Begrenzt werden die Linien nur durch Punkte, oder sie ermangeln — ohne unendlich zu sein — der Grenze, wie Ringlinien.

Wir zählen jede Linie, so weit keiner ihrer Binnenpunkte effectiv ist, als einen Constituenten der zweiten Curie, und bezeichnen den Numerus dieser Curie durch *b*, welches wie *a* Null oder jede endliche positive ganze Zahl bedeuten kann.

4.

Dritte Curie: Flächen.

Die Flächen oder Constituenten zweier Dimensionen, der dritten Curie zugehörig, fungiren neben Linien und Punkten als Begrenzungen der Körperräume, welche die nächst höhere Curie bilden, während sie selbst sowohl von Linien als von Punkten begrenzt sein oder auch, wie z. B. rundum geschlossene sphäroidische Flächen ohne effective Punkte und Linien, aller Grenzen entbehren können. Auch hier schliessen wir vorerst, wie in der vorigen Curie, Ausdehnungen oder Erstreckungen in unendliche Ferne aus. Der eben erwähnte Fall der Abwesenheit einer Begrenzung, der sich an mannigfach gestalteten allseitig geschlossenen Flächen darbietet, wie Kugel, Ellipsoid, körperlicher Ring u. s. w., welche einzeln einen Complex für sich bilden, bestehend bloss aus einer Fläche nebst zwei Körperräumen, wird durch die Singularität seines Begrenzungsverhältnisses später eine besondere Betrachtung veranlassen. Flächen können ferner bloss Punkte als Grenzen besitzen, wie z. B. eine mit einer beliebigen Zahl auf ihrer Oberfläche befindlicher effectiver Punkte versehene sphäroidische Fläche; oder von einer Linie allein begrenzt sein, wie die Fläche einer Ellipse, ihren Umfang ohne effectiven Punkt vorausgesetzt; oder endlich von Linien und Punkten zugleich, wie die Seitenflächen jedes Polyëders.

Wir zählen als Einen Constituenten in dieser Curie jede Fläche, in welcher man von einem beliebigen Punkte nach allen übrigen Punkten Linien in der Fläche ziehen kann, ohne eine Grenze der Fläche zu überschreiten. Ihre Gestaltung bietet grosse Mannigfaltigkeiten und Complicationen dar, wie weiterhin bei der Cyklose erhellen wird. Die Grenzen einer Fläche können sowohl einfach als beliebig vielfach sein, und als nullfach ist die Grenze in

dem erwähnten Falle einer allseitig geschlossenen Fläche zu betrachten. Einfach ist die Grenze bei der Fläche eines Polygons, wo begrenzende Linien und Punkte eine zusammenhängende und geschlossene Reihe von Gliedern bilden. Doppelt ist die Grenze einer ringförmigen zwischen zwei concentrischen Kreisen enthaltenen Fläche und ebenso einer cylindrischen, röhren- oder schlauchförmigen Fläche, die an jedem der beiden Canal-Enden von cyklischen Linien begrenzt ist, wie in Fig. 1 und 2.

Wir bezeichnen die Zahl der Flächen oder den Numerus der Constituenten der dritten Curie mit c, welches wie a und b Null oder jede endliche positive ganze Zahl bedeuten kann.

5.

Vierte Curie: Räume.

Die körperlichen Räume, welche durch die Complexe von einander getrennt werden, bilden die Constituenten dreier Dimensionen und zählen in der vierten Curie. Der ganze unbegrenzte Raum zerfällt im Allgemeinen durch die gegebenen Complexe in getrennte Theile, nämlich in abgegrenzte körperliche Räume oder Compartimente und einen ausgeschlossenen, nach allen Seiten hin in unbegrenzte Ferne sich erstreckenden, die Complexe umgebenden Raum, welchen letzteren wir mit dem schon bei anderer Gelegenheit[1]) gebrauchten Namen *Amplexum* bezeichnen werden. In besonderen, nicht seltenen Fällen aber kann eine solche Trennung oder Theilung ausbleiben, nämlich einmal offenbar, wenn die Zahl der Complexe Null ist, und sodann, wenn entweder die gegebenen Complexe keine Flächen enthalten d. i. wenn $c = 0$, oder wenn die in ihnen enthaltenen Flächen keinen endlichen körperlichen Raum abschliessen, wie z. B. der Fall sein würde, wenn man an einem Polyëder, unbeschadet seiner Kanten und Ecken, eine oder einige Seitenflächen hinwegnähme, d. h. aufhören liesse, effectiv zu sein. Der ganze amplexe Raum bildet in solchen Fällen einen einzigen Constituenten der vierten Curie, während gegentheiligen Falls ausser dem Amplexum noch so viele Raum-

1) Vorstudien zur Topologie, in den Göttinger Studien 1847 1. Abtheilung math. und naturw. Abh. S. 863.

theile zählen, als abgeschlossene und gegenseitig begrenzte Compartimente in oder zwischen den Complexen enthalten sind.

Die Gestaltung der körperlichen Räume kann ebenso mannigfaltig und complicirt sein, wie die der Flächen. Die von den Gliedern der drei ersten Curien gebildeten Grenzen derselben können, wie die Flächengrenzen, einfach oder mehrfach sein, einfach z. B. bei einem gewöhnlichen Polyëder, mehrfach bei dem von beliebig vielen ausser einander befindlichen Kugeln ausgeschlossenen und von einer grösseren Kugel eingeschlossenen Raum und eben so bei dem mehrere ausser einander befindliche Complexe umgebenden Amplexum. Nullfach ist die Grenze lediglich in dem Falle der Abwesenheit aller Complexe.

Wir betrachten alle Theile des gesammten Raumes durchweg als in der vierten Curie effectiv, so dass die Summe aller Constituenten dieser Curie den gesammten Raum ohne Auslassungen oder Lücken darstellen. Als Einem Raum zugehörig betrachten wir die Gesammtheit aller Raumelemente, welche unter sich so zusammenhängen, dass man von einem derselben auf irgend welchen im Innern des Raumes möglichen Wegen, ohne Ueberschreitung einer Grenze, zu jedem andern gelangen kann.

Die Zahl der Räume oder den Numerus der vierten Curie bezeichnen wir mit d, wo d alle ganzen positiven Zahlen von 1 an bedeuten kann.

Die Zahl der als zugleich bestehend gegebenen, unter einander durch Constituenten der drei ersten Curien nicht zusammenhängenden Complexe bezeichnen wir durch p, welches Null oder jede endliche positive ganze Zahl bedeuten kann.

6.

Von der Begrenzung.

Aus den über die Complexe und die Constituenten gemachten Feststellungen ist ersichtlich, dass die Begrenzung irgend eines Constituenten nicht bloss von den Constituenten der nächst niedrigeren Curien, sondern auch von denen aller niedrigeren Curien bewirkt werden kann. Constituenten von gleicher Curie aber können *an* einander grenzen, d. i. benachbart oder *contigent*

sein, indem sie durch begrenzende Glieder niedrigerer Curien von einander geschieden werden, woraus sich sofort ergibt, dass die *Contigenz* nur zwischen gleichartigen Constituenten der zweiten, dritten und vierten Curie, als neben welchen niedrigere Curien bestehen, nicht aber zwischen Constituenten der ersten Curie, d. i. zwischen effectiven Punkten bestehen kann. Eine durch zwei beliebige Durchmesser in vier Sectoren getheilte Kreisfläche bietet Contigenz zwischen je zweien dieser vier Theile dar: vier Paare neben einander liegender Sectoren besitzen eine aus einem Kreisradius und seinen beiden Endpunkten bestehende gemeinschaftliche Grenze, zwei Paare einander gegenüberliegender Sectoren besitzen eine nur aus einem Punkte, dem Kreismittelpunkte, bestehende gemeinsame Grenze. Auch zwischen zwei oder mehreren Theilen derselben Linie, derselben Fläche oder desselben Körperraums kann Contigenz Statt finden. Eine mit einem effectiven Punkte versehene Ringlinie hat an diesem Punkte Contigenz zwischen ihren beiden Extremitäten oder Enden.

Bezeichnen wir die Constituenten nach ihren Curien symbolisch durch die Ziffern 1, 2, 3, 4, wo 1 die Punkte, 2 die Linien u. s. f. bedeutet, so stellen sich für die Contigenz die drei möglichen Fälle in den Symbolen

[4,4], [3,3], [2,2]

dar. Aehnliche Symbole dienen die Begrenzung zu bezeichnen, wobei wir das begrenzte Element voranstellen und ihm die begrenzenden nachfolgen lassen:

[20]	[300]	[4000]
[21]	[301]	[4001]
	[320]	[4020]
	[321]	[4021]
		[4300]
		[4301]
		[4320]
		[4321]

Von den drei nullfachen Begrenzungen [20], [300], [4000] bedeutet die erste jede in sich zurücklaufende Curve oder Ringlinie ohne effective Punkte, die zweite jede rundum geschlossene Fläche ohne effective Linien oder Punkte, und die letzte den ganzen unbegrenzten Raum, wo die Zahl p der Complexe Null ist.

7.

Von der Cyklose und der Dialyse

Unter den Constituenten der einzelnen Curien gibt es verschiedene Arten oder Kategorien, deren Unterscheidung lediglich von *topologischen* Eigenschaften, d. i. solchen abhängt, die sich nicht auf die Quantität und das Maass der Ausdehnung, sondern auf den Modus der Anordnung und Lage beziehen. Die Modalität des Zusammenhangs der Theile innerhalb jedes einzelnen Constituenten ist es, welche die nunmehr in Betracht kommenden Unterschiede bedingt.

Körperliche Räume und Flächen können so gestaltet sein, dass sie gleichsam wie mit Durchgängen oder Durchlöcherungen versehen erscheinen. Auch jede in sich zurückkehrende Ringlinie bietet einen solchen Durchgang dar.

Denken wir uns zur Vorbereitung für die genauere Untersuchung dieser Gestaltungsweisen eine einfache unverknotete und unverschlungene Ringlinie und nehmen an, dass sie sich ohne die geschlossene Ringform zu verlieren in Form und Lage beliebig aber stetig so verändere, dass ihre späteren Gestalten denen, die sie früher besessen, nirgend begegnen, und damit ende, dass unter stetiger Verkürzung ihres Umfangs bis zu Null, ihre Figur in einem (nicht effectiven) Punkte verschwinde, so beschreibt die cyklische Linie bei dieser stetigen Formänderung eine Fläche im Raum, die von der Ringlinie in ihrer anfänglichen Gestalt vollständig und einfach begrenzt wird. Der Zusammenhang ihrer Theile, sie mochte in Folge ihrer Entstehungsweise eben oder irgend wie und mannigfach gekrümmt ausfallen, ist so einfach, wie der einer Kreisfläche, ohne Durchgänge oder Löcher, vollständig von einem cyklischen Rand begrenzt, der, wenn man von einem Orte auf einer ihrer beiden Seiten nach dem ihm antipodisch gegenüberliegenden Orte der andern Seite, ohne die Fläche zu durchbohren, gelangen will, nothwendig irgendwo überschritten werden muss, so dass der Rand zugleich die alleinige Scheidelinie ist zwischen den zwei vollständig von einander getrennten (gleich grossen) Arealgebieten ihrer zwei Seiten [1]). Für sich allein schliesst sie keinen Körperraum ein,

1) Es mag nicht überflüssig erscheinen, schon bei dieser Gelegenheit darauf aufmerksam zu machen, dass eine von einer cyklischen unverknoteten Curve voll-

sondern kann dies nur in Verbindung mit anderen Flächen. Eine solche cyklisch begrenzte einfach zusammenhängende Fläche werden wir zuweilen der Kürze wegen *Zwerchfläche* oder *Diaphragma* desjenigen Cyclus nennen, der ihren Rand darstellt. Es ist klar, dass es unzählig viele Zwerchflächen desselben Cyklus geben wird, und dass zwei solcher Flächen von der Art, dass sie sich ausser an ihrem gemeinsamen Rande nirgend sonstwo begegnen oder durchschneiden, einen körperlichen Raum einschliessen, dessen vollständige Begrenzung von beiden Flächen und ihrem gemeinschaftlichen cyklischen Rand gebildet wird, wovon die Halbkugel, sowie jeder der drei Räume, welche durch zwei einander schneidende sphäroidische Flächen von einander gesondert werden, einfache Beispiele darbieten.

8.

Zur einfachen Ringlinie g (Fig. 5) gehöre die Zwerchfläche G dann ziehe man durch einen innerhalb G liegenden Punkt h eine zweite Ringlinie g' so dass sie die Fläche G in diesem Punkte durchschneidet und sonst keinen Punkt mit ihr gemein habe, so greifen die Cyklen g und g' kettenartig ineinander. Eine Zwerchfläche G' der Ringlinie g' wird ebenso von g nur in einem einzigen Punkte getroffen und durchschnitten. Die Grenze g' der Fläche G' erstreckt sich vom Punkte h aus nach entgegengesetzten Seiten von G, und ebenso erstreckt sich die Grenze g der Fläche G vom Punkte h' aus nach entgegengesetzten Seiten von G'. Die beiden Diaphragmen G und G' müssen sich also in einer einfachen unverknoteten Curve schneiden, deren Endpunkte h und h' sind. Von den Ringlinien g und g' sagen wir, sie seien *einfach verkettet*.

Fassen wir ohne Berücksichtigung der Zwerchflächen G und G' bloss die beiden Cyklen g und g' ins Auge, so geht offenbar von jeder beider Curven nur ein einziger Tractus durch den von der andern gebildeten Ring. Wir nennen die Verkettung einfach, so lange dies Kennzeichen Statt findet,

---

ständig begrenzte Fläche ganz andere Eigenschaften haben kann, als die eben angeführten. Fig. 3 und 4 stellen solche Beispiele dar.

die Curven mögen übrigens irgend wie verschlungen oder verknotet sein, wie beispielsweise Fig. 6 veranschaulicht. In jedem andern Falle zweier in einander greifender Cyklen ist die Verkettung mehrfach [1]).

9.

Es sei nun allgemein K ein beliebiger Constituent, L die Gesammtheit der seine Grenze bildenden Constituenten niedrigerer Curien, M der gesammte übrige körperliche Raum. Lassen sich nun zwei einfach verkettete die Grenze L nirgend durchschneidende Cyklen k und m so ziehen, dass k ganz in K, m ganz in M liegt, so nennen wir diese Eigenschaft von K eine *Cyklose*, den Constituenten K selbst *cyklodisch.* Im gegentheiligen Falle, wo K keine Cyklose besitzt, nennen wir ihn *acyklodisch.*

Da im Falle der Cyklose m ganz ausserhalb K liegt und alle Theile von K einen stetigen Zusammenhang untereinander besitzen, und m, weil im übrigen Raum M liegend und mit k einfach verkettet, muss einfach cyklisch, d. i. unverschlungen und unverkettet gezogen werden können, so muss es im Allgemeinen möglich sein, mittelst eines Diaphragmas von m den cyklodischen Constituenten K einmal und zwar so zu durchschneiden, dass der als additioneller Theil L' der Grenze L zu betrachtende Durchschnitt, dessen Curie um 1 niedriger ist als die von K, selbst acyklodisch ist. Nur wenn $L = 0$ ist und also K eine der Begrenzungsformen [4000], [300], [20] darbietet, kann ein singulärer Fall eintreten, in welchem dies wenigstens unmittelbar

---

1) Das Kriterium der einfachen Verkettung zwischen zwei irgend wie gestalteten Cyklen lässt sich nach den in den „Vorstudien zur Topologie" gegebenen Betrachtungsweisen dahin aussprechen, dass die beiden Cyklen — wenn erforderlich — so transformirt werden können, dass sie in ihrer Projection eine zweiseitige Parzelle (Oese) darstellen, mit gleichwendlichen Ecken versehen, mittelst deren sie an das Amplexum grenzt, jede Seite derselben je einem Cyklus angehörig. Diese Oese würde im Falle der Figuren 5. und 6. das Symbol δ^2 erhalten. Bei zwei einfachen einfach verketteten Cyklen gibt die Transformation und Projection vier solcher zweiseitiger Parzellen, deren eine das Amplexum ist, mit dem Symbol $2(\delta^2 + \lambda^2)$.

nicht möglich ist. Dieser particuläre Fall ist lediglich an die Begrenzungsform [300] geknüpft und wir werden ihn vorläufig bis zu einer weiter unten vorzunehmenden besonderen Discussion bei Seite setzen. Die zwei übrigen Fälle dagegen lassen sich sofort erledigen. Der Fall des Begrenzungstypus [4000] nämlich, wo $p = 0$, kann überall keine Cyklose darbieten, weil ausser K kein L und kein M und somit kein m existirt; der Fall [20] endlich enspricht einer cyklischen Curve ohne effectiven Punkt, bei welcher wir durch den Schnitt mittelst der Zwerchfläche von m nur einen Punkt erhalten werden, der wie alle Punkte, und somit die Constituenten der ersten Curie durchweg, offenbar acyklodisch ist.

Diese Durchschneidung sowie den dadurch erzeugten Durchschnitt L' bezeichnen wir durch den Ausdruck *Dialyse.*

10.

Wir unterwerfen den mit der neuen Grenze $L + L'$ versehenen Constituenten K, den wir, sofern die Dialyse L' wie die vorige Grenze L als effectiv betrachtet wird, durch K' bezeichnen, von neuem derselben Prüfung, und falls sich auch K' cyklodisch erweist, derselben Operation. Es geht in diesem Falle durch die neuen verketteten die neue Grenze $L + L'$ nirgend durchschneidenden Cyklen k' (innerhalb K') und m' (innerhalb M) eine neue Dialyse L'' hervor. Durch Wiederholung dieses Verfahrens, so lange bis durch die successiven Dialysen L', L'', L''', . . ., die letzte sei $L^{(x)}$, der Constituent K in seinem Zustande $K^{x)}$ sich als acyklodisch erweist, finden wir dass der untersuchte Constituent x Cyklosen besitzt, die durch x Dialysen successiv annullirt worden sind, oder dass derselbe x fach cyklodisch ist. Jeder x fach cyklodische Constituent kann durch x Dialysen so durchschnitten werden, dass er nicht in getrennte Stücke zerfällt, sondern noch den Zusammenhang behält, der erforderlich ist, ihn im Census als Einen Constituenten zu zählen. Die Dialysen, obschon wahrhafte Durchschnitte, stellen gleichwohl nur die Auflösung der Anastomosen, die Vernichtung mehrfacher Zusammenhänge dar, welche cyklodische Linien, Flächen oder Körperräume besitzen, wie wenn man einen Ring aufschneidet, einen Schlauch der Länge nach aufschlitzt, u. s. w.

Insofern jedem acyklodischen Constituenten ein einfacher Zusammenhang beigelegt werden muss, erscheint ein Constituent von Einer Cyklose als zweifach zusammenhängend, von zwei Cyklosen als dreifach zusammenhängend u. s. w.

11.

Bei der den räumlichen Complexen zugedachten Allgemeinheit, so wie der damit verbundenen Möglichkeit selbst der verwickeltsten Gestaltungen leuchtet es ein, dass die in den vorigen Artikeln nur in ihren Grundzügen enthaltene Operation der Dialyse und die aus ihrer Wiederholung hergeleitete Ordnungszahl der Cyklose eines Constituenten irgend welcher Curie noch mancher näheren Beleuchtung bedarf, um in allen Fällen eine sichere Anwendung zu gestatten, was gleich anfänglich nicht ohne die Gefahr, den wesentlichen Grundgedanken, der in Art. 9 und 10 darzulegen war, zu beeinträchtigen, würde thunlich gewesen sein. Den cyklischen Linien k und m wird man, ohne die an sie gestellten Forderungen ausser Acht zu lassen, verschiedene, ja unzählig viele Lagen ertheilen können, und die durch sie ermittelten Cyklosen können in verschiedener Reihenfolge oder in verschiedenen Typen auf einander folgen. Die Curve k kann möglicherweise nicht anders als verschlungen oder verknotet realisirt werden, u. dgl. m. Es ist also erforderlich, je verwickelter solche Eventualitäten sein können, desto sorgfältiger auf die wesentlichen Erfordernisse der auf die Cyklose bezüglichen topologischen Analyse aufmerksam zu machen. Es scheint angemessen, zu diesem Behuf erst noch einiges Allgemeine zu erörtern und dann auf die Betrachtung der einzelnen Curien in Beziehung auf die Cyklose überzugehen.

Hätte man zur Ermittelung einer Cyklose und der sie auflösenden Dialyse zwei Cykeln k und m ausfindig gemacht, die den an sie gestellten Forderungen bis auf die der einfachen Verkettung genügten, so wäre es nicht nöthig sie als unbrauchbar völlig zu verwerfen, indem kleine Abänderungen sei es im Verfahren, sei es an den Cykeln selbst zur Dialyse der in solchem Falle vorhandenen Cyklose führen können. Das Diaphragma von m, welches nunmehr vorerst mit k mehrfach verkettet vorausgesetzt wird, liefert, obwohl k mehrfach, also in getrennte Stücke schneidend, an K entweder einen oder mehrere

Durchschnitte. Im ersten Fall ist der Schnitt als Dialyse gültig, im zweiten kann man von den mehrfachen Schnitten nach Belieben einen als solchen auswählen; mehr als einer würde K in getrennte Stücke zerschneiden. Im ersten Falle wird k in K so gezogen werden können, dass nicht mehrfache, sondern nur Ein Tractus von k durch den Ring m geht, im zweiten wird m gegen einen andern Cyklus können vertauscht werden, der nicht mehr als einen Tractus von k umringt.

Die nachstehenden Figuren 7—14 mögen das Gesagte in einigen Beispielen erläutern. Der in den Figuren nicht selbst dargestellte Constituent sei ein cyklodischer Körper, mit beliebig wie auf seiner Oberfläche angeordneten und dieselbe in Flächenstücke sondernden Kanten (gleichsam Nähten) versehen. In Fig. 7, 9, 11, 13 ist ein verschlungener oder verknoteter Cyklus k mit dem einfachen Cyklus m doppelt verkettet. Die Zwerchfläche von m liefert in Fig. 7 und 11 Einen, in Fig. 9 und 13 dagegen zwei Durchschnitte des Körpers K. Der eine Durchschnitt in Fig. 7 und 11 kann sofort als Dialyse beibehalten, der andere verworfen werden. Dem gegenüber stellen die Figuren 8, 10, 12, 14, die an den Cykeln k und m vorgenommenen Abänderungen dar, durch welche einfache Verkettung zwischen ihnen hergestellt wird. In Fig. 8 ist k durch den unverschlungenen, in Fig. 12 durch den unverknoteten Cyklus k', in Fig. 10 und 14 ist der zweifach verkettete Cyklus m durch den einfach verketteten m' oder m'' oder m''' ersetzt.

12.

Die bisherigen Betrachtungen zeigen zwar den Weg zur Ausführung der successiven Dialysen, welche den gegebenen Constituenten zuletzt acyklodisch machen und ihm nur einfachen Zusammenhang ertheilen, und deren Anzahl den Werth von $\varkappa$ bestimmen soll. Es bleibt hierbei jedoch noch fraglich, ob $\varkappa$ in jedem concreten Falle einen bestimmten von der Wahl und der Ordnung der auf einander folgenden Dialysen unabhängigen Werth besitze. Betrachten wir das in Fig. 15 dargestellte Beispiel eines mehrfach cyklodischen Körpers, und wählen zur ersten Dialyse nur eine der sechs (durch Doppelstriche kenntlich gemachten) Stellen 1, 2, 3, 4, 5, 6, so würden sich, wenn

man sich lediglich auf diese sechs Stellen behufs der Durchschneidung beschränkte, in jedem der sechs Fälle die successiven Durchschneidungen auf 120 verschiedene Arten ausführen lassen, welche durch sämmtliche Permutationen der sechs Ziffern von 1 bis 6 dargestellt würden. Aber in den meisten aller 720 Fälle würde sich der Körper schon nach der dritten Durhschneidung als einfach zusammenhängend herausstellen, und in einigen Fällen würde der dritte Schnitt den Körper schon in zwei Theile zerlegen, ohne dass er beim zweiten schon acyklodisch geworden wäre. In keinem Falle gestattet der Körper mehr als 3 Dialysen. Bilden wir also aus den Ziffern 1 bis 6 die Combinationen zu drei nebst ihren Permutationen, so müssen diese Symbole sämmtliche Vorschriften zur Zurückführung des Körpers auf seinen acyklodischen Zustand enthalten. Da unter diesen 120 Symbolen aber sowohl die Combinationen 136, 145, 235, 246 als ihre Permutationen, deren Zahl sich auf 24 beläuft, aus dem eben erwähnten Grunde als unanwendbar verworfen werden müssen, so folgt, dass sich der Körper auf 96 verschiedene Verfahrungsweisen durch drei successive Dialysen acyklodisch machen lasse, und dass sich also für denselben jedesmal $\varkappa = 3$ herausstellt.

Es kann dargethan werden, dass die Ordnungszahl $\varkappa$ der Cyklose allgemein bei irgend welchem gegebenen Constituenten von der Wahl und der Reihenfolge der Dialysen unabhängig und lediglich von der topologischen Beschaffenheit desselben abhängig ist.

13.

Von dem Diagramm.

Wir nehmen an, es sei ein beliebiger Constituent K gegeben, L sei seine Gesammtgrenze, welche, wie Art. 6 erörtert worden, im Allgemeinen aus Constituenten niedrigerer Curien besteht. Ertheilen wir nun der Grenze L an allen ihren Theilen eine stetige Veränderung in der Weise, dass dieselbe im Allgemeinen ohne Verletzung der ihr anfänglich zukommenden Zusammenhänge durch unendlich kleine, gleiche oder ungleiche Schritte immer tiefer ins Innere von K rücke, so lange bis durch diese Art von Verschmälerung, Verdünnung oder Zusammenschnürung K auf einen Complex bloss

von Linien und Punkten reducirt ist, so geht aus K im Allgemeinen ein Complex hervor, welcher nur aus Constituenten der beiden ersten Curien besteht, und welcher gleichsam als das lineare Skelett des gegebenen Constituenten betrachtet werden kann. Die durch solche Transformation der Grenze L hervorgehende Linear-Complexion nennen wir das *cyklomatische Diagramm* oder *Diagramm* kurzweg von K.

Es mag nicht überflüssig sein, hierbei zu bemerken, dass diese Reduction eines Körpers oder einer Fläche oder einer Linie auf ihr Diagramm zwar als eine Contraction, wie sie bei Anwendung von äusseren Druckkräften oder durch Temperaturerniedrigung bei physischen Körpern eintritt, angesehen werden darf, dass aber bei dem hier vorausgesetzten Vorgange nur acyklodische Constituenten sich bis zu einem Punkte contrahiren, während solche, die mit Cyklosen begabt sind, den cyklodischen Charakter auch noch in ihrem Diagramm behalten. Das Diagramm jeder von Punkten begrenzten Linie ist ein Punkt, in welchem sich bei stetiger gegenseitiger Annäherung der ins Innere der Linie rückenden Endpunkte, die beiden Grenzen begegnen, wobei es gleichgültig ist, welchen Binnenpunkt der Linie man als ihr Diagramm betrachten will. Das Diagramm jeder acyklodischen Fläche, z. B. eines beliebigen Polygons, ist gleichfalls ein Punkt, der beliebig auf der Fläche angenommen werden darf, und ebenso ist das Diagramm eines acyklodischen Körpers, z. B. eines beliebigen Polyëders, ein im Innern des Körpers gelegener Punkt. Eine Ringfläche aber oder ein körperlicher Ring besitzen ein cyklisches Diagramm, welches innerhalb der Lineargrenzen oder im Innern des Körpers verläuft, während hier eine der Contraction, wie sie bei physischen Vorgängen Statt findet, ähnliche Veränderung in letzter Instanz die Fläche oder den Körper auf einen Punkt reduciren würde, indem die Grenze derselben zum Theil nach Innen, zum Theil nach Aussen rücken und die Ringöffnung verschwinden müsste.

Das Bisherige mag noch an einem besonderen Falle beispielsweise erläutert werden. In einer polygonal oder cyklisch begrenzten Ebene denke man sich, Fig. 17, die vier Durchlöcherungen oder Oeffnungen 1, 2, 3, 4 angebracht, deren Grenzen sowie die cyklische Aussengrenze der Fläche durch stärkere Linien kenntlich gemacht sind. Im Raume gehören die Oeffnungen

dem ganzen umgebenden Raume, oder sofern diese Fläche sammt ihren fünf Grenzen den ganzen gegebenen Complex ausmachen, dem amplexen Raume an. In der Zeichnung oder der Darstellung auf einer Ebene erscheinen die vier Oeffnungen als (nicht effective) und von dem umgebenden (ebenfalls nicht effectiven) amplexen Flächenraum 5 gesondert. In dieser polycyklodischen Fläche lassen sich nun 15 verschiedene Arten cyklischer Linien ziehen, welche eine oder mehrere oder alle Oeffnungen umschliessen, oder was hiermit gleichbedeutend ist, welche unter den 5 nicht zur Fläche gehörigen Feldern 1, 2, 3, 4, 5 in verschiedener Weise Scheidungen veranstalten. Jede Art umfasst natürlich eine unendliche Menge von Cyklen, welche alle hinsichtlich der durch sie veranstalteten Scheidungen mit einander überein kommen. In der Figur ist jede Art durch einen Cyklus repräsentirt und in der nachstehenden Uebersicht sind die verschiedenen Arten, unter Beifügung der Buchstaben, die sie in der Figur kenntlich machen, symbolisch dadurch bezeichnet, dass die geschiedenen Gruppen durch einen Punkt von einander getrennt sind.

a	1.2345	*f*	12.345
b	2.3451	*g*	23.451
c	3.4512	*h*	34.512
d	4.5123	*i*	45.123
e	5.1234	*k*	51.234
		l	52.341
		m	13.452
		n	24.513
		o	35.124
		p	41.235

Alle diese Cykeln sind in dem Diagramm Fig. 18 durch dessen Lineartheile vertreten, welche die Ebene der Zeichnung ebenso wie die cyklodische Fläche selbst in fünf Felder 1, 2, 3, 4, 5 zerlegen.

14.

Sind während der Bildung des Diagramms einer Fläche oder eines Körpers bereits einige Theile linear geworden, welche zwar einerseits mit

den übrigen Bestandtheilen desselben zusammenhängen, andererseits aber mit freien Endpunkten versehen sind, wie in Fig. 16 der Theil AD, so muss das Diagramm als in fortwährender Bildung begriffen angesehen werden, indem durch ferneres Einwärtsrücken des freien Endpunktes D bis zum Insertionspunkte A der appendiculäre Theil AD sich auf den Punkt A zusammengezogen und in den übrigen Bestandtheilen des Diagramms aufgegangen d. h. verschwunden ist. Bei der Zurückführung also von Körpern mit mannichfachen Verzweigungen auf ihr Diagramm gelangt man durch die hierfür erforderliche Verengung oder Retraction ihrer Grenze auf lineare Bestandtheile, welche selbst dem vollendeten Diagramm angehören werden oder nicht, je nachdem die Bestandtheile des Körpers, aus dem sie hervorgingen, mit einander anastomosirten oder freie Aeste und Zweige bildeten. Um ein concretes Beispiel zu benutzen, so geht aus einem Körper von der Gestaltung des Blutgefässsystems der Wirbelthiere einschliesslich der Capillaren, wie des Herzens eine complicirte Linearcomplexion als Diagramm hervor, in welchem jede Arterie, jede Vene, jede Capillare durch einen linearen Bestandtheil vertreten ist. Im Diagramm eines Körpers von der Gestaltung des Nervensystems einschliesslich des Gehirns und Rückenmarks erscheinen nur die den anastomosirenden Nerven (Plexus, Ganglien) entsprechenden Repräsentanten. Das Diagramm der Gestalt eines Baumes oder des menschlichen Körpers dagegen würde nichts weiter als ein Punkt sein.

Diese Bemerkungen, welche überflüssig scheinen könnten, sind gleichwohl insofern nicht ohne Belang, als wir bei den Operationen mit dem Diagramm behufs der topologischen auf die Cyklose bezüglichen Analyse die bei seiner Bildung postulirte Retraction der Grenze des gegebenen Constituenten auch während der am Diagramm vorzunehmenden Durchschneidung als fortbestehend voraussetzen, so dass offenbar durch jeden queren Durchschnitt eines Lineartheils zwei nicht mehr anastomosirende Zweige oder Appendikel entstehen, durch deren weitere Retraction ein bestimmter Lineartheil des Diagramms verschwinden oder ausgeschieden werden muss.

15.

Wenn nun nach dem Bisherigen einleuchtet, dass das Diagramm eines acyklodischen Constituenten im Allgemeinen ein Punkt ist, so darf doch der

der auch hier sich darbietende singuläre Fall, auf welchen bereits in Art. 9 aufmerksam gemacht worden, nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Das Diagramm einer allseitig geschlossenen, z. B. einer sphäroidischen Fläche ohne effective auf ihr gelegene Linien oder Punkte würde zunächst nicht von der Fläche selbst verschieden sein, also keine Linearcomplexion bilden können. Wir ertheilen in diesem Falle der einer Grenze ermangelnden Fläche die möglichst einfache Grenze, indem wir als eine solche einen beliebigen auf ihr gelegenen Punkt annehmen. Diese virtuelle, mit dem Ausdruck *Trema* zu bezeichnende Grenze genügt, die zur Bildung des Diagramms erforderliche Retractibilität in Wirksamkeit zu setzen. Das hervorgehende Diagramm wird alsdann ebenso wohl, wie bei jeder anderen mit effectiven Grenzen versehenen acyklodischen Fläche ein Punkt oder irgend ein linearer Complex.

Der analoge Fall eines Körpers, der zwischen zwei in einander geschachtelten Grenzflächen enthalten ist, wie der Raum zwischen zwei Polyëdern, von denen ohne gegenseitige Berührung der eine sich ganz im Innern des andern befindet, oder einer durch zwei concentrische Kugelflächen begrenzten Kugelschale, wiewohl derselbe durch die weiterhin zu erörternde Anathese seine Beseitigung finden wird, kann unter dem eben besprochenen Gesichtspunkt betrachtet werden. Auch für ihn gilt nur der Punkt als Diagramm, insofern sich durch die Retraction der Grenzen zunächst eine allseitig geschlossene Fläche ergibt, welche in dem vorerwähnten Modus in einen Punkt übergeht.

16.

Eine andere aber gewissermassen analoge Particularität hinsichtlich des Diagramms bietet der einen oder mehrere Complexe umgebende unbegrenzte Raum dar. Das Besondere liegt, was schon in Art. 1 hervorgehoben worden, in dem lediglich dem Amplexum eigenthümlichen Mangel der äusseren Begrenzung. So viel ist evident, dass im Falle $p=0$ der ganze unendliche Raum ebenso einfachen Zusammenhang hat und ebenso acyklodisch ist, als der von einem Polyëder oder einer Kugel eingeschlossene Raum, und dass wir für ihn mit gleichem Fug, wie in letzterem Falle, den Punkt als Diagramm annehmen, welchen man als aus der Retraction einer dem unbegrenzten Raum

beizulegenden virtuellen unendlich grossen sphärischen Grenze hervorgehend ansehen kann. Im Falle dass $p = 1$ oder > 1 dagegen, wo wir, wenn $p > 1$ durch p' die Zahl der ausser einander gelegenen (seclusiven) Complexe bezeichnen, besitzt der amplexe Raum eine oder mehrere einseitige innere Grenzen, welche, indem wir sie zugleich mit der anderseitigen äusseren virtuellen Grenze der Retraction unterwerfen, zunächst eine den oder die Complexe umschliessende sphäroïdische Fläche mit $p' - 1$ Scheidewänden und p' Raumcompartimenten erzeugt, deren jedes einen Complex oder einen Satz ineinandergekapselter Complexe enthält, oder aber (was topologisch hiermit gleichbedeutend ist) p' sphäroïdische Hüllen entstehen lässt, deren jede einen der p' seclusiven Complexe umschliesst und welche durch $p' - 1$ lineare Verbindungen unter einander zusammenhängen.

Die durch Scheidewände aneinandergrenzenden Compartimente oder die durch Linien unter einander verbundenen Hüllen aber werden je nach dem cyklodischen Zustande der Gesammtgrenze jedes der p' Complexe mit linearen Durchgängen versehen sein, welche in der Wand der einhüllenden Fläche endigen, und nur wo die Gesammtgrenze des eingehüllten Complexes acyklodisch ist, bietet der hier betrachtete vorläufige Zustand des entstehenden Diagramms solche Durchgänge nicht dar. Lassen wir nun in der für die Fälle des vorigen Art. erörterten Weise die Flächentheile des Diagramms in lineare übergehen und der weiteren Retraction unterworfen bleiben, so geht nunmehr auch hier als Diagramm für den amplexen Raum im Allgemeinen eine Linear-Complexion hervor. Ist $p = 1$ und der Totalinhalt des Complexes acyklodisch, so ist das Diagramm ein Punkt, das Amplexum also ebenfalls acyklodisch. Bietet der Complex Durchgänge dar, so bewahrt die Configuration des Diagramms den cyklomatischen Charakter des Amplexums, der ihm durch den cyklomatischen Charakter des Complexes, gleichsam wie einer Matriz durch die Patriz, verliehen wird, in seinen unter einander cyklodisch zusammenhängenden linearen Bestandtheilen. Im Falle z. B. eines körperlichen Ringes, Fig. 19, oder eines ringähnlich gestalteten polyëdrischen Körpers, Fig. 20, ist das Diagramm des amplexen Raumes eine einfache Ringlinie, welche wie das Amplexum selbst, eine Dialyse gestattet, nämlich durch den Schnitt mittelst eines die Ringöffnung schliessenden Diaphragmas.

Wären die in beiden Figuren 19 und 20 dargestellten Complexe zugleich gegeben, wo also $p = 2$, so erhielte man für das Diagramm des amplexen Raumes die aus beiden Cykeln und einer etwa zwischen den Punkten r und s gezogenen Verbindungslinie bestehende Linearcomplexion, und das Amplexum würde sich als zweifach cyklodisch darstellen.

17.

Bei der Darstellung der im Raume enthaltenen diagrammatischen Linearcomplexionen auf einer Ebene, wie dies in den Figuren behufs Unterstützung der Raumvorstellungen erforderlich ist, werden wir die scheinbaren Durchschnittspunkte, wo nämlich im Diagramm selbst eine Linie im Raume die andere ohne sie zu schneiden überkreuzt, als sogenannte *Ueberkreuzungspunkte* dadurch von den wirklichen Vereinigungs- oder Durchschnittspunkten unterscheiden, dass wir in der Figur den von dem Beschauer entfernteren der beiden in Frage kommenden Lineartheile als solchen an der Ueberkreuzungsstelle durch eine kleine Unterbrechung kenntlich machen, während der näher liegende ununterbrochen durchgezogen wird, wie wir dies auch bereits für analoge Fälle in den bisherigen Figuren gehalten haben. Dies Mittel scheint den Vorstellungen kaum in geringerem Grade zu Hülfe zu kommen, als die bei (zusammengesetzteren Figuren umständlichere) Methode doppelter eng neben einander verlaufender Linien, zumal, wenn man die durchgezogene Linie in der Nähe der Ueberkreuzung etwas stärker zeichnet, als die unterbrochene [1]). Die Figuren 21, 22 und 23 dienen zur Erläuterung des Gesagten. Die Figuren 21 und 23 bieten eine Ueberkreuzung, die Fig. 22 eine Durchkreuzung oder einen Vereinigungspunkt von 4 Lineartheilen dar.

18.

Von der Anathese.

Es scheint hier der passende Ort, bevor wir zu ferneren Discussionen

1) Am vollkommensten freilich würden für den fraglichen Zweck stereoskopische Darstellungen dienen, durch welche dem binocularen Blick die Anordnung der Linien im Raume ohne Interpretatio per synesin klar würden.

über das Diagramm und zu dessen Gebrauch bei Ermittelung des cyklomatischen Ranges x übergehen, von der *Anathese* zu reden, einem bei der topologischen Analyse behufs des Census räumlicher Complexe nicht unwesentlichen Erleichterungsmittel. Wir verstehen darunter gewisse Abänderungen, die sich in der gegenseitigen Lage sowohl mehrerer Complexe als der Theile eines und desselben Complexes vernehmen lassen, ohne Einfluss auf die für den Census in Betracht kommenden numerischen Bestimmungsstücke.

Legen wir der Betrachtung zur Erleichterung der Vorstellungen ein Beispiel zum Grunde, und zwar den bereits in Figur 15 dargestellten Complex einer allseitig geschlossenen askoïdischen Fläche Fig. 24 mit unter einander anastomosirenden Abzweigungen in den Stellen *a*, *b*, *c*, *d* und einem frei endenden Zweige in *e*.

Das Diagramm des eingeschlossenen Körpers, in welchem nach Art. 14 der Zweig bei *e* verschwindet, würde sich nach dem Bisherigen in der Gestalt der Fig. 25 herausstellen. Die Umschlingung des Armes *ac* durch den Arm *ab*, so wie die von *ac* durch *bd* aber — wiewohl in anderweitigen topologischen Rücksichten von wesentlichem Belang, sind für die auf den Census bezüglichen Fragen ohne allen Belang und können durch eine einfachere Gestaltung ohne Verschlingung ersetzt werden. Durch Anathese des Körpers in Fig. 24 oder seines Diagramms in Fig. 25 erhalten wir demgemäss Diagramm-Gestalten wie in den Figg. 26, 27, 28, woraus hervorgeht, dass die Lineartheile des Diagramms im Wesentlichen dieselbe Anordnung und gegenseitige Verbindung darbieten, wie die sechs Kanten eines tetraëdrischen Körpers. Die angeführten Gestaltungen sind für den Census äquivalent, insofern es nicht auf die Grössenverhältnisse der Bestandtheile des Complexes, nicht auf die Graduationen und Quanta ihrer Krümmung, nicht auf ihre Stellung im Raume, sondern nur auf die Art ihrer Verbindung und ihres Zusammenhanges ankommt. Die Anathese erfordert also einerseits genaue Conservirung aller Constituenten und Complexe und für jeden Constituenten strenge Beibehaltung seines cyklomatischen Charakters, gestattet aber andererseits jede zur Vereinfachung in den Lagenverhältnissen erforderlich scheinende Abänderung zwischen den Complexen oder zwischen ihren Constituenten. Die Verkettung zweier cyklischen Linien, so wesentlich sie in Art. 8 für die auf die Dialyse

bezügliche Erörterung gewesen war, ist, falls die zwei Ringlinien als zwei dem Census zu unterwerfende Complexe gelten, unwesentlich und wir können durch Anathese die Verkettung aufheben und zwei getrennte cyklische Linien als seclusive Complexe an ihre Stelle setzen, wodurch nicht nur die einfache Cyklose jeder der Ringlinien, sondern auch die zweifache Cyklose des Amplexums viel unmittelbarer als im Zustand der Verkettung erkennbar ist. Zwei concentrische Kugeln bilden zwei inclusive Complexe, wo der gesammte Raum in drei Theile zerfällt. Das Amplexum ist nach Art. 16 acyklodisch, ebenso die Kugelschale zwischen beiden sphärischen Flächen, so wie der von der inneren Kugel eingeschlossene Kern. Durch Anathese stellen wir die zwei kugelförmigen Complexe in seclusiver Stellung ausser einander, und es bleiben nach wie vor alle drei Räume acyklodisch. Wäre ein körperlicher Ring von einer Kugelfläche ohne gegenseitige Berührung umschlossen, so hätte man ebenfalls zwei Complexe und drei Räume, das Amplexum acyklodisch, der innerhalb der Kugel und ausserhalb des Ringes befindliche Raum einfach cyklodisch, der innerhalb des Ringes enthaltene Raum gleichfalls einfach cyklodisch. Durch anathetische Trennung der beiden Complexe in seclusiver Stellung wird der in der Kugel enthaltene Raum acyklodisch, dagegen das Amplexum wie der Innenraum des Ringes einfach cyklodisch. Das Amplexum hat im anathetischen Falle hinsichtlich der Cyklose die Rolle des im originären Falle ausserhalb des Ringes und innerhalb der Kugel befindlichen Raumes übernommen, und im einen wie im andern Falle hat man einen acyklodischen und zwei einfach cyklodische Räume. Die beiden Flächen, d. h. sämmtliche Constituenten ausser der vierten Curie, haben ohnehin ihre censuellen Eigenschaften vollkommen beibehalten. Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass dem Amplexum als solchem im Census keine ausnahmsmässige Stellung unter den Constituenten der vierten Curie zukommt, und man könnte an der Statthaftigkeit der Anathese zweifeln, wenn man die Sache so ansähe, als ob durch den mittelst der Anathese bewirkten Uebergang vom ersten zum zweiten Falle das Amplexum um so viel bereichert worden wäre, als einer der anderen Räume ärmer geworden, oder als ob, wiewohl sich im Endresultat Compensation herausstellte, zwei Constituenten in censuell wesentlichen Requisiten wären einer Veränderung unterworfen worden. Das Sachverhältniss ist viel-

mehr dies, dass Kugel und Ring den Gesammtraum in drei Theile zerlegen, einen acyklodischen und zwei einfach cyklodische, von denen der erste im ersten Falle, einer der beiden letzteren im zweiten Falle Amplexum geworden ist. Man könnte die Kugel anathetisch in den Innenraum des Rings versetzen, und es würde nun mehr auch bei inclusiver Disposition der beiden Complexe einer der beiden einfach cyklodischen Räume Amplexum werden [1]).

Die Beseitigung der Umschlingungen, Verknotungen und Verkettungen an den Complexen oder ihren Constituenten auf dem Wege der Anathese erweist sich in complicirteren Fällen für die Bestimmung der Dialysen der solche Configurationen umgebenden Räume als besonders förderlich.

19.

Bestimmungsstücke des Diagramms und ihre Variation.

Die in der Linearcomplexion eines Diagramms vorkommenden Punkte sind in Beziehung auf die Zahl der Lineartheile, die durch sie an einander grenzen, verschiedener Art. Die meisten Punkte — denn sie sind in dem Diagramm jedes cyklodischen Constituenten in unendlicher Zahl vorhanden —

1) Bei den geometrischen Untersuchungen an Flächen und Körpern, z. B. den Polyëdern, pflegt der amplexe Raum meistens ausser Acht zu bleiben. Im Euler'schen auf die gewöhnlichen Polyëder bezüglichen Satze ist nur von Ecken, Kanten und Flächen die Rede, und die diakritische Constante 2 ist nichts weiter als der in diesem besonderen Falle stattfindende Werth von d, nämlich die Anzahl der beiden Räume, des im Polyëder eingeschlossenen und des Amplexums. In Cauchy's Erweiterung des Satzes auf den Fall eines mit inneren Scheidewänden versehenen Polyëders muss das unter den Räumen in der Cauchy'schen Zahl P nicht mitgezählte Amplexum durch die Zahl $+1$ besonders in Rechnung gebracht werden. Während in solchen mehr oder weniger engen Provinzen des uns hier beschäftigenden allgemeinen Theorems das Amplexum gleichsam seiner Beitragspflicht enthoben und seine Rate auf die eine oder andere Weise anderweitig gedeckt erscheint, muss es sich in unserem Falle entschieden dieser Prärogative begeben — oder man dürfte, bildlich zu reden, die Truhe, in welcher man eine Anzahl Kleinodien aufbewahrt, nicht mit unter den Inventarienstücken aufzählen. Selbst das Attribut der Ausdehnung ins Unendliche kommt dem Amplexum nur so lange ausschliesslich zu, als wir nur begrenzte Complexe betrachten.

sind der Art, dass zwei Lineartheile an ihnen zusammenstossen, gleichviel ob der Winkel zwischen diesen Theilen, wie bei jedem Binnenpunkt einer geraden oder stetig krummen Linie, 180 Grad betrage, oder nicht. Punkte von denen nur Eine Linie ausgeht, kommen, wie in Art. 14 erörtert worden, nur in den intermediären Stadien des der Durchschneidung unterworfenen Diagramms als freie Enden appendiculärer Theile vor, welche in Folge weiterer Retraction gleichsam resorbirt werden. Der Fall von Punkten ohne lineare Auswege, d. i. isolirter Punkte tritt lediglich bei dem Diagramm acyklodischer Constituenten ein. Punkte aber mit mehr als zwei von ihnen ausgehenden Linien kommen im Diagramm offenbar nur in endlicher, bestimmter Anzahl vor. Wir nennen sie *Ausgänge*, drei-, vier- oder mehrzügig, je nach der Zahl der in ihnen concurrirenden Lineartheile, und einen *Zug* nennen wir jedes Stück der Linearcomplexion, welches in Ausgängen endigt ohne einen Ausgang als Binnenpunkt zu enthalten. Bei der Darstellung des Diagramms in einer Zeichnung auf einer Ebene (oder unendlich grossen Kugelfläche) können nach Art. 17 Ueberkreuzungen vorkommen, denen im Raum keine Ausgänge entsprechen. Wir werden sie von den Ausgängen durch die Benennung *Traversen* unterscheiden [1]). Sie theilen in der Projection die Züge, auf denen sie vorkommen, in Stücke, je eins mehr, als der Zug Traversen enthält, welche wir zur Unterscheidung von den Zügen *Strecken* nennen werden. Jeder Zug ohne Traversen ist zugleich eine Strecke. Die Projectionsfläche erscheint durch die Züge und Strecken in eine gewisse Anzahl von Stücken oder Parzellen zerlegt, welche — den umgebenden oder amplexen Flächenraum mit einbegriffen — *Felder* heissen werden.

Es verdient bemerkt zu werden, dass es nicht nothwendig ist, die Benennung „Ausgang" bloss auf drei- oder mehrzügige Punkte zu beschränken. Wir dürfen isolirte Punkte als nullzügige Ausgänge, das freie Ende eines Ap-

---

1) Bei anderweitigen Betrachtungen über Linearcomplexionen mag die Bezeichnung „Knotenpunkt" oder „Nodalpunkt" vorgezogen werden, wie dies in den Vorstudien zur Topologie S. 860 geschehen ist. Durch Anathese darf in den Traversen des Diagramms der überlaufende Zug mit dem unterlaufenden vertauscht werden, was in anderen Vorkommnissen einen wesentlichen Unterschied bedingen würde.

pendikels als einen einzügigen und jeden Binnenpunkt als einen zweizügigen Ausgang betrachten. Der Sinn dieser Beschränkung ist lediglich der, dass bei Zählung der Ausgänge die zweizügigen weggelassen werden dürfen, insofern es nur auf die Differenz zwischen der Zahl der Ausgänge und der Züge ankommen wird, und jeder als Ausgang zwischen zwei Zügen angenommene Binnenpunkt offenbar die Zahl der Ausgänge und der Züge zugleich um 1 vermehrt. Hiernach ist klar, dass man bei einem einfach cyklischen Diagramm — alle Verschlingungen und Verknotungen durch Anathese als beseitigt vorausgesetzt — eine beliebige Zahl seiner Punkte als zweizügige Ausgänge betrachten kann, wo alsdann, wie in einem gewöhnlichen Polygon, die Zahl der Züge der der Ausgänge gleich ausfällt, und dass es mithin das Einfachste ist, einen einzigen, übrigens beliebigen Punkt des Cyklus als Ausgang zu betrachten, in Folge dessen der Cyklus einen Ausgang und einen Zug besitzt.

20.

Die in Art. 18 besprochene Anathese musste in ihrer Anwendung auf das Diagramm die Zahl der Ausgänge und Züge unversehrt lassen und konnte nur Veränderungen in der Zahl der Traversen und Felder bewirken. Die jetzt zur Sprache kommende *Variation* greift in den Bestand an Ausgängen und Zügen abändernd ein. Sie findet ihren Grund in der Allgemeinheit, die wir in Art. 13 hinsichtlich der beliebig ungleich schleunigen Retraction der Grenztheile eines Constituenten bei Erzeugung seines Diagramms statuirt haben.

Das Diagramm Fig. 18 der polycyklodischen Fläche Fig. 17 hätte statt des vierzügigen Ausganges in E offenbar zwei dreizügige Ausgänge F und G (Fig. 29) annehmen dürfen, wodurch die Dialyse der zugehörigen in Art. 13 besprochenen Fläche mittelst Durchschneidung der Cykeln i, l, m in Fig. 17, d. h. mittelst eines Schnittes zwischen den Grenzen der Oeffnungen 2 und 4 auf der Fläche zwischen 1 und 3 hindurchgehend, ihre Repräsentation in der Durchschneidung des Diagrammzuges FG findet. Ebenso würde zur Darstellung der Möglichkeit eines Schnittes von der Oeffnung 1 nach der Oeffnung 3 zwischen 2 und 4 auf der Fläche hindurchgehend, dem Diagramm die Form Fig. 30 ertheilt werden können, wo, wie vorher, der vierzügige Ausgang E

unter Einfügung eines neuen Zuges zwei dreizügige Ausgänge *H*, *I* gebildet worden wären. Man hätte das Diagramm Fig. 29 in Fig. 30 variiren können, wo die zwei dreizügigen, durch einen Zug verbundenen, Ausgänge *F*, *G* gegen zwei andere dreizügige *H*, *I* diagonal vertauscht wären. Die Zahl der Züge und Ausgänge wäre hierbei dieselbe geblieben. Die Zulässigkeit einer Dialyse in der Fläche Fig. 17 mittelst eines Schnittes von 1 nach 3 so, dass die Oeffnungen 2 und 4 auf einerlei Seite desselben liegen bleiben, würde durch die Gestalt Fig. 31 dargelegt, wo die zwei dreizügigen Ausgänge *A*, *B* gegen die zwei dreizügigen *K*, *L* diagonal vertauscht erscheinen.

Jeder mehr als 3zügige Ausgang kann offenbar in zwei Ausgänge mit eingeschaltetem Zuge verwandelt werden, wodurch die Zahl der Züge und der Ausgänge zugleich um 1 wächst. Der Ausgang *N* (Fig. 32) sei allgemein $n$zügig. Zerlegt man n in zwei (ganzzahlige) Theile, jeder > 1, t und u, wo also $t + u = n$, so kann *N* unter Einfügung des Zuges *TU* in die zwei Ausgänge *T* und *U* verwandelt werden, von denen der eine $t + 1$ zügig, der andere $u + 1$ zügig ist. Die Anwendung dieser Operation auf einen dreizügigen Ausgang, wo die beiden Theile der Zahl 3 nur 1 und 2 sein könnten, oder auf einen mehr als 3zügigen Ausgang in der Form, dass man einen der beiden Theile $= 1$ annähme, würde zwar einen neuen Zug und einen neuen Ausgang ergeben, beide aber dürften, weil letzterer nur 2zügig geworden wäre, ungezählt bleiben, so dass diese Variation ohne Effect bliebe. Die Wiederholung des beschriebenen Verfahrens an allen mehr als 3zügigen Ausgängen würde das Diagramm dahin variiren, dass alle Ausgänge 3zügig würden. — Umgekehrt können je zwei durch einen Zug mit einander verbundene Ausgänge *P*, er sei $p$zügig, und *Q*, er sei $q$zügig, durch Vereinigung und unter Wegfall des Zwischenzuges *PQ* in einen Ausgang *R* von $p + q - 2$ Zügen verwandelt werden, und die Zahl der Züge wie der Ausgänge würde sich um 1 vermindert haben. Durch Wiederholung dieses Verfahrens kann jedes Diagramm, da alle seine Ausgänge durch Züge untereinander zusammenhängen, dahin variirt werden, dass es nur einen Ausgang besitzt, und alsdann muss jeder Zug für sich cyklisch geworden sein, d. h. in dem gemeinsamen einen Ausgang seine beiden Endpunkte finden. Das Diagramm Fig. 18 würde dann Gestalten wie Fig. 33 oder 34 annehmen.

Hatte das vorgegebene Diagramm k Ausgänge und l Züge, so sind beide Zahlen jetzt um $k-1$ vermindert und das Diagramm hat in dieser *monocentrischen* Gestalt einen Ausgang und $l-k+1$ Züge.

Diese Variationen, welche zumal bei verwickelten polycyklodischen Constituenten zu einer grossen Mannigfaltigkeit der Diagramm-Gestalten führen, und deren weitere Verfolgung für unseren gegenwärtigen Zweck unnöthig ist, lassen jede am Constituenten vorzunehmende Dialyse in dem Modus ausführbar erscheinen, dass am Diagramm, sei es in dieser oder jener seiner durch Variation ableitbaren, unter einander äquivalenten Gestalten, ein Zug durchschnitten wird, so dass jede Durchschneidung eines Zuges je einer Dialyse entspricht.

Die Äquivalenz der durch Variation aus einander abgeleiteten Diagrammgestalten überhebt uns aber der Mühe, diese Ableitung selbst in jedem concreten Falle wirklich auszuführen, insofern die Regel zur Bestimmung des cyklomatischen Ranges $\varkappa$, zu deren Aufstellung jetzt die hinreichenden Vorbereitungen gemacht sind, für alle Gestalten des Diagramms eines gegebenen Constituenten dieselbe ist, und man sie also nur auf irgend eine derselben anzuwenden nöthig hat.

21.

Anwendung des Diagramms.

Zur Ermittelung der Ordnungszahl $\varkappa$ eines gegebenen Constituenten, leite man aus ihm das Diagramm in irgend einer seiner Gestalten ab. Es sei die Zahl der Ausgänge $= k$, die Zahl der Züge $= l$, so ist nach dem vorigen Artikel klar, dass das Diagramm in seiner monocentrischen Gestalt aus $l-k+1$ Zügen besteht, welche durch einen Punkt unter einander zusammenhängen, der seinerseits ein $2\,(l-k+1)$-zügiger Ausgang ist. Für diese Gestalt ist sofort evident, dass jeder Cyklus eine Dialyse gewährt, in Folge der er sich zunächst in zwei Appendikel auflöst. Nach $l-k+1$ Dialysen geht das Diagramm in $2\,(l-k+1)$ Appendikel über, welche alle mit einem Ende in dem anfänglichen Ausgang des monocentrischen Diagramms unter einander zusammenhängen und mit dem andern frei endigen. Alle Appendikel ziehen sich

durch fernere Retraction in einen Punkt zusammen, das Diagramm ist nunmehr bloss ein Punkt, und der den $l-k+1$ Dialysen unterworfene Constituent ist acyklodisch geworden. Es ist somit $x = l-k+1$.

Aber auch in der ersten Gestalt mit k Ausgängen und l Zügen reducirt sich das Diagramm nach $l-k+1$ Dialysen auf einen Punkt. Die vorläufig als isolirt zu denkenden Ausgänge verbinde man in Befolgung der Configuration des Diagramms durch successive Züge unter einander in folgender Weise: einen ersten Ausgang mit einem zweiten durch einen ersten Zug, einen dritten Ausgang mit einem der beiden ersten durch einen zweiten Zug, einen vierten Ausgang mit einem der drei ersten durch einen dritten Zug, einen fünften Ausgang mit einem der vier ersten durch einen vierten Zug u. s. w. bis der letzte oder $k$te Ausgang mit einem der übrigen $k-1$ Ausgänge durch einen $k-1$ten Zug vereinigt ist. Dann stellen diese $k-1$ Züge einen vollständigen Zusammenhang unter allen k Ausgängen dar. Zugleich aber bilden sie ein partiales Diagramm, an welchem man sich durch Retraction von den $k-1$ Zügen zunächst den letzten, dann den vorletzten u. s. f. in rückläufiger Ordnung alle Züge sich in einen Punkt zurückziehend denken kann, woraus erhellt, dass dieses Partial-Diagramm von $k-1$ Zügen einem acyklodischen Constituenten entsprechen muss. Wollte man ausser den $k-1$ Zügen noch einen oder mehrere hinzufügen, so würde man offenbar nach bereits auf anderen Wegen untereinander zusammenhängenden Ausgängen auf neuen Wegen zurückkehren und dadurch cyklische Zusammenhänge herstellen, welche eine Retraction des Partial-Diagramms auf einen Punkt unmöglich machen würden. Der Ueberschuss an Zügen im totalen Diagramm über die $k-1$ Züge des partialen, d. h. die $l-k+1$ Züge des ersteren, welche dem letzteren fehlen, sind es somit, welche einzeln zu durchschneiden sind, um das totale in das partiale zu verwandeln, woraus ersichtlich, dass der zugehörige Constituent die Anzahl $l-k+1$ von Dialysen erfordert, um acyklodisch zu werden. Diese Schlussfolge gilt für jede anwendbare Ordnung in der Aufeinanderfolge der successiv unter einander verbundenen Ausgänge und für jede Wahl unter den bei jedem Schritte disponibelen Zügen des partiellen Diagramms. Man hat also hier, wie für das monocentrische Diagramm $x = l-k+1$.

Für irgend eine andere Gestalt, die dem totalen Diagramm durch Varia-

tion ertheilt werden kann (die monocentrische nicht ausgeschlossen) sei die Zahl der Ausgänge $= k'$, der Züge $= l'$, so würde man nach den eben gemachten Schlüssen die Ordnungszahl $\varkappa' = l' - k' + 1$ finden. Da aber aus den Erörterungen über die Variation der Ausgänge und Züge hinreichend hervorgegangen ist, dass die Unterschiede $l' - k'$ und $l - k$ gleich sind, so folgt $\varkappa' = \varkappa$.

Es ist also allgemein

$$\varkappa = l - k + 1 \tag{1}$$

d. h. man findet die cyklomatische Ordnungszahl eines gegebenen Constituenten, wenn man in seinem Diagramm (in irgend einer seiner Gestalten) die Zahl der Züge um die Zahl der Ausgänge vermindert und 1 hinzuzählt.

Wir fügen noch einige Beispiele bei.

1. Das Diagramm eines acyklodischen Constituenten ist ein Punkt, wo also $k = 1$, $l = 0$. Folglich ist $\varkappa = 0$.

2. Eine ringförmige Fläche, etwa zwischen zwei concentrischen Kreisen oder wie in Fig. 4, hat als Diagramm einen einfachen Cyklus. Hier ist $k = 1$, $l = 1$ (Art. 19), also $\varkappa = 1$.

3. Die Fläche in Fig. 17 hat das Diagramm Fig. 18, wo $k = 5$, $l = 8$, also $\varkappa = 4$. Im Diagramm Fig. 29 oder Fig. 30 derselben Fläche ist $k = 6$, $l = 9$, also wie vorher $\varkappa = 4$. Im monocentrischen Diagramm Fig. 33 derselben Fläche ist $k = 1$, $l = 4$, also wiederum $\varkappa = 4$.

Der in Fig. 15 dargestellte Körper hat das Diagramm Fig. 25 oder Figg. 26, 27, 28. In allen diesen Gestalten ist $k = 4$, $l = 6$, also $\varkappa = 3$, bereits vorläufig in Art. 12 erkannt worden ist.

22.

Bei den Betrachtungen des vor. Art. ist das Diagramm in seiner räumlichen Configuration zum Gegenstande gemacht worden und die zur Bestimmung von $\varkappa$ in Betracht kommenden Bestandtheile waren lediglich die Ausgänge und Züge, so dass die bei seiner projectiven Darstellung auftretenden Traversen, Strecken und Felder unbeachtet blieben. Es ist indess nicht ohne

Interesse, auch die Abhängigkeit der Zahl $\varkappa$ von den letztgenannten Elementen des Diagramms kennen zu lernen.

Nehmen wir an, es sei ein Diagramm in seiner projectiven Darstellung *ohne* Traversen gegeben, so ist klar, dass wenn die musivisch in der Projectionsebene oder auf der Projectionskugel neben einander liegenden Felder durch successive Schnitte seiner Züge unter einander vereinigen, ihre Zahl dadurch bis zu 1 vermindern kann. Man vereinige mittelst eines Schnittes durch einen Zug irgend 2 seiner m Felder, gleichsam wie durch eine geöffnete Thür, zu einem Felde, in Folge dessen nur noch $m-1$ Felder existiren, dann durch einen zweiten Schnitt wieder zwei der $m-1$ Felder zu einem Felde u. s. f. bis nach $m-1$ Schnitten nur noch ein Feld, nämlich das amplexe, existirt. Das Diagramm ist alsdann acyklodisch und ein neuer Schnitt würde unfehlbar eine Sonderung in getrennte Stücke zur Folge haben. Den $m-1$ Schnitten entsprechen eben so viel Dialysen an dem zugehörigen Constituenten, und es ist also in jedem Diagramm ohne Traversen $\varkappa = m-1$. Auch hier ist $\varkappa$ von der Wahl und Ordnung der successiven Schnitte unabhängig.

In einem beliebigen *mit* Traversen versehenen Diagramm D sei die Zahl der Ausgänge $= k$, der Züge $= l$, der Strecken $= l'$, der Traversen $= q$, der Felder $= m$. Man denke sich ein anderes (nicht äquivalentes) Diagramm D' aus dem angegebenen D dadurch abgeleitet, dass man die Traversen in vierzügige Ausgänge verwandelt. Man setze die Zahl der $k+q$ Ausgänge in $D' = k'$, die Zahl der Züge in D' wird gleich der Zahl der Strecken in D, d. h. $= l'$; die Zahl der Felder ist in beiden $= m$. Die Zahl der Cyklosen für D sei $= \varkappa$, für $D' = \varkappa'$. Da nun D' ohne Traversen ist, so hat man, wie so eben bewiesen, $\varkappa' = m-1$. Da aber auch nach dem Satze des vor. Art. $\varkappa' = l'-k'+1$, so hat man $m-1 = l'-k'+1$ oder

$$k'-l'+m-2 = 0 \qquad (2)$$

Dieser Satz, den wir später noch zu anderen Zwecken benutzen werden, besagt:

in einer Linearcomplexion in der Ebene oder auf der Kugelfläche ist die Zahl der Verbindungspunkte und der Flächenstücke um 2 grösser als die Zahl der Verbindungslinien.

Er enthält, nebenbei bemerkt, implicite den Euler'schen Satz von den Polyëdern, ist aber in mehrfacher Hinsicht allgemeiner, sowohl durch die Zulässigkeit beliebig krummer — wenn nur acyklodischer — Linien und Flächen, als durch seine Gültigkeit für zwei- und eineckige Flächen und für frei endende Linien, wie sie bei dem Diagramm öfter unter der Benennung „Appendikel" besprochen worden sind.

Es lässt sich nun darthun, dass $l'-l=2q$ ist. Man nehme aus D die einzelnen Züge heraus und füge sie alle in beliebiger Ordnung in einen Cyklus zusammen. Die Verbindungspunkte im Cyklus seien durch A bezeichnet und die Binnenpunkte auf den Stücken AA, welche in D den Traversen angehörten, durch B. Dann ist offenbar die Zahl der Punkte $A=l$, die der Punkte B aber (da jede Traverse in D auf zwei Zügen zugleich lag) $=2q$, die Zahl aller Stücke aber zwischen benachbarten Punkten A oder B ist gleich der Zahl der Strecken in D, d. h. $=l'$. Da nun die Zahl aller Stücke des Cyklus gleich der Zahl aller Punkte A und B sein muss, so hat man $l'=l+2q$ oder, was bewiesen werden sollte, $l'-l=2q$.

Man hat also in der vorhin gefundenen Relation $k'-l'+m-2=0$ die Werthe $k'=k+q$, $l'=l+2q$, durch deren Substitution wir erhalten $k-l-q+m-2=0$ oder $m-q-1=l-k+1$. Da aber nach dem Satze des Art. 22 $l-k+1=\varkappa$, so hat nunmehr

$$\varkappa=m-q-1 \qquad (3)$$

d. h. man findet die cyklomatische Ordnungszahl $\varkappa$ eines beliebigen Constituenten, wenn man in dessen Diagramm den Ueberschuss der Zahl der Felder über die Zahl der Traversen um 1 vermindert, oder wenn man von der Zahl der Binnenfelder (das amplexe Feld weglassend) die Zahl der Traversen abzieht.

Einige Beispiele mögen die Anwendung auch der in diesem Artikel gefundenen Vorschrift (3) zur Bestimmung von $\varkappa$ erläutern.

1. In einem einfach cyklischen Diagramm ohne Traversen ist $m-1=1$, $q=0$, also, wie ohnehin bekannt, $\varkappa=1$. Erschiene das Diagramm in Form der Ziffer 8, wie Fig. 21, so hätte man $m-1=2$, $q=1$, also ebenfalls $\varkappa=1$. Stellte sich das Diagramm in einer der Gestalten der Fig. 6 dar, so wäre $m-1=4$, $q=3$, also wiederum $\varkappa=1$.

2. In jeder der Diagramm-Gestalten Fig. 18, 29, 30, 31, 33, 34 der

Fläche in Fig. 17, für welche wir bereits im dritten Beispiel des vor. Art. die Cyklose vierfach befunden haben, ist $m-1=4$, $q=0$, also wiederum $\varkappa=4$.

3. Die äquivalenten Diagramme Fig. 25, 26, 27, 28 eines Körpers von der Form Fig. 15 oder 24 haben im vierten Beispiel des vorigen Art. eine dreifache Cyklose ergeben. Wir erhalten jetzt für das Diagramm Fig. 28: $m-1=3$, $q=0$, $\varkappa=3$, für Fig. 26 oder 27: $m-1=4$, $q=1$, $\varkappa=3$, für Fig. 25, $m-1=10$, $q=7$, $\varkappa=3$.

4. Das Diagramm Fig. 35 von der Configuration der Kanten eines Würfels gibt nach (1) $l=12$, $k=8$, $l-k+1=\varkappa=5$, nach (3) $m-1=7$, $q=2$, $\varkappa=5$. Das äquivalente traverslose Diagramm Fig. 36 gibt $m-1=\varkappa=5$.

5. Ein Diagramm von der Configuration der Kanten irgend eines gewöhnlichen $h$seitigen Polyëders lässt sich durch Projection auf die Ebene einer der Polyëder-Seitenflächen in traversloser Gestalt darstellen, so dass $m=h$ und $q=0$ ist. Folglich ist in diesem eine Gruppe von unendlich vielen verschiedenen Diagrammen umfassenden Falle jederzeit $\varkappa=h-1$. Für den Würfel war nach dem vorigen Beispiel $\varkappa=5$, für das Oktaëder wird dieser Werth 7, für ein Dodekaëder 11, gleichviel ob es den Typus des Granat-Dodekaëders, wo $l=24$, $k=14$ und $l-k+1=11$, oder den Typus des regulären oder des Pyritoëder-Körpers habe, wo $l=30$, $k=20$ und $l-k+1=11$, oder den Typus der Fig. 37, wo $l=20$, $k=10$ und $l-k+1=11$ u. s. f. Die Vorschrift (3) gibt für Fig. 37 $m-1=23$, $q=12$, also wiederum $k=11$.

6. Ein Diagramm Fig. 38 von der Configuration der Kanten eines Würfels sammt vier einander nicht begegnenden beliebig krummlinigen Verbindungen je zweier einander diagonal gegenüberliegender Würfelecken ergibt nach (1) $k=16$, $l=8$, $l-k+1=\varkappa=9$, nach (3) $m-1=23$, $q=14$, also ebenfalls $\varkappa=9$.

7. Wenn sich im Falle des vorigen Beispiels die 4 diagonalen Verbindungen in einem Punkte kreuzen, Fig. 39, so ist $k=9$, $l=20$, $l-k+1=\varkappa=12$, und $m-1=20$, $q=8$, also wiederum $\varkappa=12$.

8. Das Diagramm habe die Configuration der Kanten eines aus zwei ungleich grossen in entgegengesetzter Stellung combinirten Tetraëdern entstehenden Oktaëders sammt den drei in der Mitte sich kreuzenden Oktaëderaxen,

Fig. 40. Hier ist nach (1) $k = 13$, $l = 24$, $\varkappa = 12$ und nach (3) $m-1 = 21$, $q = 9$, $\varkappa = 12$.

9. Von einem 14flächigen 12eckigen Polyëder, welches aus der Combination eines Oktaëders mit einem Würfel in der Art erwächst, dass ausser den 24 Combinationskanten weder Würfel- noch Oktaëderkanten hervorgehen, sollen sowohl die Kanten als die 6 in der Mitte sich kreuzenden Diagonalen ein Diagramm Fig. 41 darstellen, so ergibt sich nach (1) $k = 13$, $l = 36$, $\varkappa = 24$, nach (3) $m-1 = 52$, $q = 28$, $\varkappa = 24$.

Die letzten Beispiele dienen zugleich, Fälle vor Augen zu legen, wo das Diagramm eine traverslose Darstellung nicht gestattet.

Wollte man in dem zuletzt angeführten Beispiel den Theil des Diagramms, welcher den 24 Kanten des erwähnten Körpers entspricht, nach der unter dem 5. Beispiel besprochenen und bei Fig. 36 befolgten Art traverslos darstellen, so würde dies doch für den übrigen Theil nicht angehen, wie aus Fig. 42 ersichtlich ist, wo die in Fig. 41 geradlinig gestalteten Diagonalen zu grösserer Deutlichkeit krumm gestaltet worden. In Fig. 42 erscheinen 36 Binnenfelder und 12 Traversen, also ist, wie vorher, das Diagramm 24fach cyklodisch.

Diese Beispiele, deren Zahl und Complication sich leicht sehr vergrössern liesse, mögen für den gegenwärtigen Zweck genügen.

Es verdient noch erwähnt zu werden, dass die Verbindung der beiden Vorschriften (1) und (2) zur Bestimmung von $\varkappa$ noch eine dritte liefert

$$\varkappa = \frac{l-k+m-q}{2}$$

welche zeigt, dass in jeder Linear-Complexion gewisse Summen und Differenzen je zweier der vier Elemente k, l, m, q zugleich entweder gerade oder ungerade Zahlen sind.

23.

Von der Cyklose in den einzelnen Curien.

Nach den bisherigen Untersuchungen über die aus dem Diagramm zu ermittelnde Ordnungszahl der Cyklose irgend welcher Constituenten haben

wir nur noch Einiges über die Cyklose innerhalb der einzelnen Curien zu bemerken, und erwähnen im Voraus, dass wir das allgemeine Zeichen $\varkappa$ für die Curien der Reihe nach durch $\varkappa^0$, $\varkappa'$, $\varkappa''$, $\varkappa'''$ ersetzen werden.

Erste Curie. Das Diagramm jedes Punktes ist ein Punkt. Alle Punkte sind acyklodisch. Es ist also stets $\varkappa^0 = 0$.

Zweite Curie. Eine Linie hat entweder die Begrenzung [21] oder [20] Im ersten Fall ist die Linie entweder durch zwei Punkte begrenzt, wie die Kanten eines Polyëders, und ist offenbar acyklodisch, oder ihre Endpunkte vereinigen sich in Einem (effectiven) Punkte, wie in Fig. 43, 44 oder 45. Ihr Diagramm ist auch dann noch, wie vorher, ein Punkt und sie selbst acyklodisch, so dass also für den Fall [21] stets $\varkappa' = 0$ ist. Im zweiten Fall ist sie unbegrenzt und kann nur, da unendliche Ausdehnung ausgeschlossen ist, in sich selbst zurücklaufen, d. h. eine cyklische Linie sein. Das Diagramm hat alsdann mit ihr gleiche Gestalt, und sie ist also einfach cyklodisch. Verschlingungen und Verknotungen, welche durch Anathese beseitigt oder aber im ungeänderten Zustande, wie im Beispiele 2. des vor. Art. bei Ermittelung von $\varkappa$ berücksichtigt werden mögen, machen hierin keinen Unterschied. Für den Fall [20] ist also stets $\varkappa' = 1$. Es kann somit in der zweiten Curie $\varkappa'$ nur die beiden Werthe 0 oder 1 annehmen.

24.

Dritte Curie. Die modale Verschiedenheit der Flächen rücksichtlich ihrer Begrenzung in den räumlichen Complexen ist aus den in Art. 6 angeführten Symbolen [300], [301], [320], [321] erkennbar. Für die drei letzten Fälle, wo eine Fläche durch Punkte oder durch Linien oder durch Punkte und Linien begrenzt ist, sind im Bisherigen die Vorschriften zur Bestimmung des cyklomatischen Ranges $\varkappa''$ vollständig enthalten. Nur der erste, dem Symbol [300] entsprechende Fall, auf welchen als einen singulären bereits in Art. 9 hingewiesen worden ist, macht noch eine besondere Erörterung erforderlich, für welche indess schon gelegentlich in Art. 15 das Wesentlichste anticipirt werden musste.

Um an einer *periphraktischen*, d. i. allseitig geschlossenen, aller Begren-

zung durch Linien und Punkte ermangelnden Fläche des Diagramms abzuleiten, muss derselben, wie in Art. 15 auseinander gesetzt worden, eine virtuelle Grenze ertheilt werden, wozu wir am einfachsten einen beliebigen Punkt derselben wählen. Dieser Aufhebung der Periphraxis geben wir die Benennung *Diatrese* oder *Trema.* Erst durch sie wird eine Retraction der Grenze möglich, deren Resultat entweder, wie bei einer sphäroïdischen Fläche, ein Punkt, oder, wie bei einer in Fig. 19 dargestellten Ringoberfläche, ein Cyklus oder überhaupt ein Diagramm sein wird, welches, wie bei der Fläche in Fig. 24 aus einer Linearcomplexion besteht. Nach erfolgter Zuerkennung des Tremas ist der Fall [400] offenbar auf den [301] zurückgeführt. Das Trema selbst aber, als virtuelle und der gegebenen Fläche nicht effectiv zukommende Grenze, erheischt, wie weiterhin zur Sprache zu bringen ist, im Census die gebührende Berücksichtigung, wo es darauf ankommen wird, sämmtliche cyklodische Constituenten mit virtuellen Grenzen in der Weise auszurüsten, dass diese Grenzen die für den acyklodischen Zustand nothwendigen Dialysen bewirken.

Analog der auf die Cyklose bezüglichen Zahl $\varkappa$ können wir durch π den periphraktischen Rang einer Fläche bezeichnen, der offenbar — wie $\varkappa'$ in der zweiten Curie — nur die Werthe 1 oder 0 annehmen kann, jenachdem die Fläche periphraktisch oder aperiphraktisch ist.

Abgesehen also von diesem singulären Falle der Periphraxis kann in der dritten Curie $\varkappa''$ ausser 0 jeden positiven ganzzahligen Werth annehmen.

25.

Vierte Curie. Für die körperlichen Räume, welche durch die Complexe oder die Constituenten der drei vorhergehenden Curien nach den verschiedenen in Art. 6 aufgezählten Typen von einander abgegrenzt werden, ist das für die Ermittelung der Cyklose Erforderliche in dem Bisherigen vollständig enthalten und die Allgemeinheit der für die Ableitung und die Anwendung des Diagramms gegebenen topologischen Analyse überhebt uns der Betrachtung aller einzelnen in jenen Begrenzungs-Symbolen dargestellten Fälle.

Das Amplexum, als der stets vorhandene oder effective Constituent dieser

Curie, unter allen der einzige, welchem eine Ausdehnung ins Unendliche zukommt, hat in Art. 16 hinsichtlich des Diagramms eine besondere Besprechung gefunden. In Ansehung der Herleitung der cyklomatischen Zahl $\varkappa'''$ aus dem Diagramm folgt der amplexe Raum mit allen übrigen Constituenten den gleichen in Art. 21 und 22 entwickelten Vorschriften.

Für den Fall endlich des Begrenzungs-Typus [4000] ist bereits in Art. 9 erwähnt, dass bei dem complexleeren Raum von Cyklose überall nicht die Rede sein kann. Das Diagramm des ganzen unbegrenzten Raumes ist nach Art. 16 ein Punkt und er selbst acyklodisch.

Auch hier kann, wie in der vorigen Curie, $\varkappa'''$ ausser 0 jeden positiven ganzzahligen Werth annehmen.

26.

Der Partial-Census für acyklodische Constituenten.

Der Census besteht in der Relation, durch welche bei räumlichen Complexen die Zahlen unter einander zusammenhängen, welche auf bestimmte Weise von der Anzahl der Constituenten jeder Curie und von ihrer topologischen Beschaffenheit abhängen. Zur Ermittelung dieser allgemeinen Relation ist es erforderlich, erst von gewissen speciellen Voraussetzungen auszugehen von denen aus wir schrittweise durch allmälige Verallgemeinerungen zu dem generellen Falle des Census gelangen werden.

Vorerst werden wir uns nur mit solchen Complexen beschäftigen, deren Constituenten acyklodisch sind, und zunächst nur Einen Complex der Untersuchung unterwerfen. Ferner betrachten wir anfänglich nur gewisse Partial-Complexe, d. h. solche, in denen wir bloss die Constituenten niederer Curien zählen, also z. B. bloss Punkte und Linien (Linearcomplexe im Raum), oder bloss Punkte, Linien und Flächen (Flächencomplexe im Raum), während die nicht effectiven Constituenten der höheren Curien gewissen speciellen Bedingungen unterliegen.

Bei allen Complexen, den partialen wie den totalen, werden wir Aggregaten begegnen, in welchen die Constituenten-Zahl der ersten Curie positiv, der zweiten negativ, der dritten positiv, der vierten negativ erscheint. Den

Werth solcher Aggregate für partiale Complexe werden wir *Diakrise* nennen. Er ist eine für jede Particularität constante Zahl und kann als Charakteristik derselben angesehen werden. So ist z. B. im Euler'schen Satze die Diakrise $= 2$ und sie charakterisirt den Fall, wo bei acyklodischen Constituenten eines Complexes, der einen Raum ringsum vollständig gegen den übrigen äussern oder amplexen Raum abgrenzt, nur die drei ersten Curien zur Zählung herangezogen werden.

27.

Lehrsatz. In einem Linear-Complex ohne Flächen, in welchem bloss Punkte und (acyklodische) Linien gezählt werden, und welcher von einem acyklodischen amplexen Raum umgeben ist, hat die Diakrise den Werth 1.

Beweis. Die Zahl der Punkte sei $= k$, der Linien $= l$, die Diakrise $= \theta$, so ist zu beweisen, dass $\theta = k - l = 1$.

Da wir bloss Punkte und Linien zu zählen haben, so kann der Complex als ein Diagramm (mit beliebig vielen linearen Appendikeln) betrachtet werden, und da das Amplexum acyklodisch sein soll, so darf das Diagramm selbst nicht cyklodisch sein. Denn jeder Cyklose des Diagramms würde offenbar eine Cyklose des Amplexums entsprechen, vgl. Art. 16. Da nun in jedem Diagramm von k Ausgängen und l Zügen nach (1) Art. 21 die Zahl $\varkappa = l - k + 1$ ist und für den vorliegenden Fall $\varkappa = 0$ sein muss, so hat man $0 = l - k + 1$ oder, was zu beweisen war:

$$\theta = k - l = 1.$$

Beispiele. Der Linear-Complex in Fig. 45a von der verlangten Beschaffenheit hat 14 Punkte und 13 Linien, also $\theta = 1$. — Einen anderen Complex gleicher Art stellt Fig. 46 dar. In ihm ist $k = 16$, $l = 15$, also wiederum $\theta = k - l = 1$.

28.

Lehrsatz. In einem Linear-Complex von acyklodischen Constituenten, in welchem ausser den beliebig vielen Punkten und Linien nur eine Fläche

und ein körperlicher Raum, nämlich das (acyklodische) Amplexum vorhanden ist, hat die Diakrise den Werth 0.

Beweis. Die Zahl der Punkte sei $= k$, der Linien $= l$, die Diakrise $= \theta'$, so ist zu beweisen, dass $\theta' = k - l = 0$, oder dass die Zahl der Linien gleich ist der Zahl der Punkte.

Der Beweis kann ganz dem des vorigen Satzes analog geführt werden. Man darf nämlich den Complex unter Vernachlässigung der von einigen oder allen Linien begrenzten Fläche als ein Diagramm von k Ausgängen und l Zügen betrachten, in welchem die Züge den vollständigen Umfang einer acyklodischen Fläche polygonähnlich darstellen, und in welchem, falls hierzu nicht alle Züge concurriren, einige derselben appendiculare Lineartheile bilden. Das Diagramm würde durch die Dialyse an einem der in der Flächengrenze enthaltenen Züge acyklodisch werden, es ist also selbst einfach cyklodisch, und somit ist nach (1) Art. 21 $\varkappa = l - k + 1$, woraus folgt, was zu beweisen war:

$$\theta' = k - l = 0.$$

Beispiele. Die Fläche des Complexes sei ein beliebiges Polygon mit geraden oder krummen Seitenlinien, die Linien des Complexes seien die Seiten des Polygons. Dann ist offenbar die Zahl der Linien gleich der Zahl der die Ecken den Polygons bildenden Punkte, mithin $\theta' = k - l = 0$.

In dem Linear-Complex Fig. 47 sind es 6 Linien, welche die Fläche des Complexes begrenzen, die übrigen 8 Linien bilden appendiculare Theile des Complexes. Derselbe hat 14 Punkte, eben so viel als Linien; also ist wiederum $\theta' = k - l = 0$.

Die Fläche des Complexes Fig. 48 ist von einer Linie begrenzt. Er besitzt 3 Punkte und eben so viel Linien.

29.

Lehrsatz. In einem Flächen-Complex acyklodischer Constituenten, von beliebig vielen Punkten, Linien und Flächen, aber nur einem Körperraum, nämlich dem acyklodischen Amplexum ist, die Diakrise $= 1$.

Beweis. Die Zahl der Punkte sei $= k$, der Linien $= l$, der Flächen $= m$, die Diakrise $= \theta''$, so ist zu beweisen, dass $\theta'' = k - l + m = 1$.

Man zerlege den Complex in m Theile, so dass jeder Theil eine der m Flächen nebst etwa vorhandenen Appendikeln enthält, in beliebiger Ordnung jedoch so, dass nach Ablösung jeden Theils alle übrigen das Amplexum stets in seinem acyklodischen Zustand erhalten. Dann hat jeder Theil vor seiner Trennung von den übrigen einen linearen Complex von der Beschaffenheit der im Satze Art. 27 besprochenen Complexe gemein, dessen Diakrise $\theta = 1$ ist. Jeder Theil aber ist ein Complex von der Art des in Art. 28 enthaltenen Satzes, dessen Diakrise $\theta' = 0$. Setzen wir also die Zahl der Punkte und Linien im ersten Theil k_1, l_1, im zweiten k_2, l_2, u. s. f., desgleichen die Punkte und Linien in den gemeinschaftlichen Linear-Complexen $(k)_1$, $(l)_1$, $(k)_2$, $(l)_2$ u. s. w., so haben wir nach dem Satze Art. 28:

im 1. Theil ..... $k_1 - l_1 = \theta'$

2. .... $k_2 - l_2 = \theta'$

3. .... $k_3 - l_3 = \theta'$

etc.

m. Theil $k_m - l_m = \theta'$

und $$\Sigma k_m - \Sigma l_m = m\theta' \qquad (4)$$

wo das Summationszeichen sich auf die Suffixa von 1 bis m bezieht.

In dem gemeinschaftlichen Linearcomplex (Satz des Art. 27) zwischen dem 1. Theil und den übrigen ist $(k)_1 - (l)_1 = \theta$

2. .... $(k)_2 - (l)_2 = \theta$

3. .... $(k)_3 - (l)_3 = \theta$

etc.

$m-1$. und dem $m$ten Theil $(k)_{m-1} - (l)_{m-1} = \theta$

und $$\Sigma(k)_{m-1} - \Sigma(l)_{m-1} = (m-1)\theta \qquad (5)$$

Wir erhalten aber die Zahl der Constituenten des gegebenen Complexes, wenn wir die gleichartigen Constituenten aller Theile addiren und davon die Summe der gleichartigen gemeinschaftlichen Constituenten abziehen. Hiernach ist

$$k = \Sigma k_m - \Sigma(k)_{m-1}$$
$$l = \Sigma l_m - \Sigma(l)_{m-1}$$

Also $$k - l = \Sigma k_m - \Sigma l_m - (\Sigma(k)_{m-1} - \Sigma(l)_{m-1})$$

oder aus (4) und (5) $k - l = m\theta' - (m-1)\theta$

Da aber nach den Sätzen der beiden vorigen Artt. $\theta' = 0$, $\theta = 1$, so ist

$$k - l = -(m-1)$$

oder, was zu beweisen war:

$$\theta'' = k - l + m = 1.$$

Dieser Satz enthält als Corollarium den von **Cauchy** in der oben angeführten Abhandlung (p. 78) bewiesenen Satz: „in jedem durch innere Punkte und Linien in eine beliege Zahl von Polygonen zerlegten Polygon ist die Zahl der Partial-Polygone und der Winkelpunkte um 1 grösser als die Zahl der Linien, welche die Seiten der Polygone bilden".

Beispiele. 1. In dem Flächencomplex Fig. 40, wo $k = 8$, $l = 11$, $m = 4$, ist $\theta'' = k - l + m = 1$.

2. In Fig. 50 ist $k = 21$, $l = 28$, $m = 8$, also $k - l + m = 1$.

3. In Fig. 51 ist $k = 9$, $l = 14$, $m = 6$, und $9 - 14 + 6 = 1$.

4. In Fig. 52 ist $k = 11$, $l = 18$, $m = 8$ und $11 - 18 + 8 = 1$.

5. Jedes gewöhnliche Polyëder, an welchem man eine oder mehrere untereinander benachbarte Flächen herausnimmt, bietet ein hierher gehöriges Beispiel. Man wird ohne Figur leicht nachzählen, dass z. B. am regulären Ikosaëder nach Wegnahme von fünf um einen Eckpunkt gelegenen Dreiecksflächen, noch 11 Ecken, 25 Kantenlinien und 15 Seitenflächen übrig bleiben, wo wiederum $11 - 25 + 15 = 1$. Hätte man zwei an einander liegende Dreiecke herausgenommen, so würde man 12 Eckpunkte, 29 Kantenlinien und 18 Flächen erhalten haben, welche wiederum $\theta'' = 1$ ergeben.

30.

Lehrsatz. In einem Flächen-Complex acyklodischer Constituenten von beliebig vielen Punkten, Linien und Flächen und zwei Körperräumen, nämlich einem acyklodischen von den Constituenten der niederen Curien eingeschlossenen und einem acyklodischen ausgeschlossenen Amplexum, ist die Diakrise $= 2$.

Beweis. Aus dem gegebenen Complex löse man eine derjenigen Flächen, welche den eingeschlossenen Raum begrenzen, aus, nebst ihren linearen Grenzen und etwa vorhandenen linearen Appendikeln, aber so, dass die an ihrer Grenze

etwa inserirten appendicularen Flächen mit dem übrigen Theil des Complexes in Connex bleiben. Dadurch zerfällt der ganze Complex in zwei Flächen-Complexe, einen mehrflächigen und einen einflächigen, welchen beiden ein Linear-Complex gemeinschaftlich ist, in welchem die Grenzen des einflächigen Theils den Umfang einer Fläche darstellen. Der letzte fällt in die Kategorie des Satzes Art. 28, die beiden Complex-Theile unter die des im vor. Art. enthaltenen Satzes.

Es sei nun die Zahl der Punkte des gegebenen Complexes $= k$, der Linien $= l$, der Flächen $= m$, die Diakrise $= \theta'''$, die entsprechenden Zahlen für den mehrflächigen Theil seien k_1, l_1, m_1, θ'' und für den einflächigen k', l', 1, θ''. Im gemeinschaftlichen Linear-Complex seien (k) Punkte, (l) Linien und seine Diakrise $= \theta'$.

Man erhält nun die Constituenten des gegebenen Complexes, wenn man von der Summe der gleichartigen Constituenten der beiden Theile die, in dieser Summe doppelt gezählten, gleichartigen Constituenten des gemeinsamen Complexes abzieht, d. h.

$$\left.\begin{aligned} k &= k_1 + k' - (k) \\ l &= l_1 + l' - (l) \\ m &= m_1 + 1 \end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

Nun ist nach den Sätzen in Art. 29 und 28:

$$\begin{aligned} k_1 - l_1 + m_1 &= \theta'' \\ k' - l' + 1 &= \theta'' \\ (k) - (l) &= \theta' \end{aligned}$$

folglich aus (6):

$$k - l + m = k_1 - l_1 + m_1 + k' - l' + 1 - (k) + (l) = 2\theta'' - \theta'$$

und da nach den Sätzen Art. 28 und 29 $\theta' = 0$, $\theta'' = 1$, so folgt, was zu beweisen war:

$$\theta''' = k - l + m = 2.$$

31.

Vor der Aufführung von Belegen durch Beispiele auch für den so eben erwiesenen Satz, scheint eine Bemerkung über die Bedeutung partialer Complexe, mit denen wir hier noch beschäftigt sind, nicht am unrechten Ort.

Art. 26 ist bemerkt worden, dass die in partialen Complexen nicht zur Zählung kommenden Constituenten höherer Curien als nicht effectiv gelten. In diesem Sinne ist also namentlich die in den Linear-Complexen des Art. 28 angenommene Fläche zu verstehen, deren Voraussetzung nur als das Mittel zur einfachsten Definition der topologischen Beschaffenheit des Complexes anzusehen ist. Es ist also verstattet, in dem Beweis des letzten Lehrsatzes, den Linearcomplex, welcher beiden Flächencomplexen vor der Zerlegung gemeinschaftlich ist, der Kategorie des Satzes Art. 28 zu subsumiren, da bei der Bildung des Census aus den drei Constituent-Zahlen (6) eine gemeinschaftliche Fläche in der That nicht mitgezählt worden ist.

Beispiele zum vorigen Satze. 1. In jedem gewöhnlichen Polyëder, dessen Eckenzahl $= k$, Kantenzahl $= l$, Flächenzahl $= m$, ist $\theta''' = k - l + m = 2$. Dies ist der Euler'sche Satz.

2. An jeder Ecke eines Würfels seien büschelartig beliebig viele frei endende oder appendiculare Linien, die sich nach Belieben in den inneren Würfelraum oder in das Amplexum erstrecken mögen, inserirt. Wäre ihre Gesammtzahl $= t$, so besässe der Complex $8 + t$ Punkte, $12 + t$ Linien, 6 Flächen, und man hätte $8 + t - (12 + t) + 6 = 2$.

3. An dem würfelförmigen Complex seien alle quadratische Seitenflächen durch angefügte Kreissegmente so erweitert, dass jede Seite mit ihren vier flügelartigen Ansätzen eine Kreisfläche bildet, so wäre $k = 8$, $l = 36$, $m = 30$, also $\theta''' = 2$. Theilte man jede quadratische Seite durch zwei Diagonalen in 4 Flächenstücke, so erhielte man auf jeder Seite einen neuen Punkt, also $k = 14$, auf jeder Seite vier neue Linien, also $l = 60$, und statt jeder der 6 quadratischen Flächen 4 dreieckige Flächen, also $m = 48$, und es wäre wiederum $14 - 60 + 48 = 2$.

4. Schnitte man, wie Fig. 53 andeutet, mitten an jeder Kante eines Würfels einen kleineren Würfel, dessen Kanten weniger als ein Drittheil der Kanten des ganzen Würfels betragen, heraus, so würde die Zahl der Punkte betragen 104, der Linien 156, der Flächen 54, und somit ebenfalls $\theta''' = 104 - 156 + 54 = 2$. Man kann sich leicht durch Nachzählen davon überzeugen, dass die Diakrise stets den Werth 2 bewahrte, falls man statt an allen 12 Kanten nur an einigen oder einer solche Ausschnitte anbrächte.

5. An einer einem geöffneten viereckigen Kasten ähnlichen Configuration, wie sie in Fig. 54 dargestellt ist, denke man sich den etwa von dem Holze eingenommenen Raum als den abgegrenzten Körperraum des Complexes, gebildet durch 2 in einander geschobene Parallelepipeda, deren untere Horizontalflächen um die Dicke der Bodenwand von einander entfernt bleiben, ebenso wie die aufrechten Flächen. Den Deckel bilden appendiculäre Linien und Flächen. Die obere rahmenförmige Kantenfläche des Kastens, wird zunächst dem Deckel durch zwei Linien f und g in 2 Flächen zerlegt. Ohne sie würde diese Kantenfläche cyklodisch sein und den Complex der hier geforderten Kategorie entrücken. Eine jener zwei Linien aber würde schon genügen, dieser Fläche den geforderten acyklodischen Zustand zu verleihen. Dieser Complex bietet nun 28 Punkte, 42 Linien und 16 Flächen dar, also ist $\vartheta''' = 28-42+16 = 2$.

Die (unstatthafte) Wegnahme der beiden Linien würde die Zahl der Punkte um 2, der Linien um 4, der Flächen um 1 vermindern, und dann würde die Diakrise, da $k-l+m = 26-38+15 = 3$, aufhören 2 zu sein. Lassen wir dagegen nur eine der beiden Linien f und g weg, so bleibt die Diakrise $= 27-40+15 = 2$.

6. Eine Cylinderfläche sei an beiden Enden durch zwei Kreisflächen geschlossen. Ein Punkt des einen Kreisumfangs sei mit einem des andern durch eine auf der Cylinderfläche gezogene sich nicht kreuzende Linie verbunden. Ohne diese Linie würde die Cylinderfläche cyklodisch sein. Der Complex besitzt 2 Punkte, 3 Linien und 3 Flächen. Die Diakrise ist also $= 2$. In Fig. 55 ist die Cylinderfläche durch eine krumme Röhre ersetzt, die kreisförmigen Endflächen zu Kugelsegmenten erweitert. Auf der Fläche der Röhre sind zwei Schraubenlinien in gleichem Sinne laufend gezogen. Es ist $k = 4$, $l = 6$, $m = 4$, $\vartheta''' = 2$.

7. Auf einer einen acyklodischen Körperraum begrenzenden, übrigens irgendwie gestalteten Fläche ziehe man von einem effectiven Punkte aus eine sich nirgend kreuzende Linie nach einem zweiten effectiven Punkte, so hat man $k = 2$, $l = 1$, $m = 1$, also $\vartheta''' = 2$. Man nehme auf der Fläche nur einen effectiven Punkt und ziehe eine in sich zurücklaufende Linie durch diesen Punkt etwa in Gestalt der Fig. 43, so hat man $k = 1$, $l = 1$, $m = 2$, also

$\theta''' = 2$ Man nehme endlich auf der Fläche lediglich einen effectiven Punkt an, so hat man $k = 1$, $l = 0$, $m = 1$ und $\theta''' = 2$.

32.

Das erste der vorstehenden Beispiele hat gezeigt, wie der Euler'sche Satz von den Polyëdern ein specieller Fall unseres Lehrsatzes in Art. 30 ist. Wir erinnern daran, dass sich der Euler'sche Satz gleichfalls in dem früher (Art. 22) gefundenen Satze (1) eingeschlossen fand. Die nahe Verwandtschaft der beiden Sätze, jenes des Art. 22, bezüglich auf einen Linear-Complex in der Fläche (Ebene oder Kugel) und dieses des Art. 30, bezüglich auf einen Flächen-Complex im Raume, springt schon an der in beiden auftretenden Diakrise 2 in die Augen. In der That, die Beschaffenheit des Complexes in Art. 22 bleibt dieselbe, mag die ihn tragende Fläche eine Ebene d. i. eine unendlich grosse Kugel, wo das Flächen-Amplexum ins Unendliche ausgedehnt ist, oder mag sie eine Kugel von endlichem Radius sein, wo die amplexe Fläche, wie die übrigen Parzellen oder Felder, endliche Ausdehnung hat. Die Kugel darf durch jede andere allseitig geschlossene, einen acyklodischen Raum einschliessende Fläche, beispielsweise die Oberfläche eines Polyëders, ersetzt; und der Complex gleich dem Kantennetz eines Polyëders, insofern wir in ihm ausser den Punkten und Linien auch die Felder gezählt haben, in welche er die Fläche zerlegt, ein Flächen-Complex im Raume genannt werden. So stellen sich also nunmehr beide Arten von Complexen als solche Flächen-Complexe dar, in welchen die Flächen den gesammten Raum in zwei acyklodische Theile scheiden, und der Unterschied bleibt lediglich der, dass im Complex des Art. 22 alle Flächen der Grenze zwischen beiden Räumen angehören, wie es bei den gewöhnlichen Polyëdern der Fall ist, während in dem Complex des Art. 30 ausser diesen Grenzflächen auch noch andere mit ihnen in appendiculärer Verbindung stehende enthalten sein können, wie die letzten Beispiele mehrfache Fälle der Art vorgeführt haben. Offenbar steht also der in Art. 22 (1) gefundene Satz, den der Satz in Art. 30 nur als Specialfall unter sich begreift, unter den von uns bis jetzt aufgeführten Sätzen dem Euler'schen Satze am nächsten, wiewohl er ihn, wie bereits

hervorgehoben, in mehrfacher Hinsicht an Allgemeinheit übertrifft. Uebrigens bedarf es kaum der Bemerkung, dass in unseren Beweisen dieser, wie der späteren Sätze nur die topologische Argumentation der Situal-Analysis und keinerlei im engeren Sinne geometrische Hülfssätze (wie bei vielen der zeitherigen Begründungen des Euler'schen Satzes) zur Anwendung kommen.

33.

Bevor wir zur Betrachtung der vollzähligen Complexe übergehen, wird es nicht unzweckmässig sein, die vier in den Artt. 27—30 gewonnenen Sätze noch einmal in einer Uebersicht vor Augen zu stellen, wobei die in Klammern gesetzten Zahlen den von der Zählung ausgeschlossenen Curien angehören. Es ist durchweg nur Ein Complex mit acyklodischen Constituenten vorausgesetzt.

Partial-Complex.	Punkte.	Linien.	Flächen.	Räume.	Diakrise.
1. Linear-Complex	k	l	(0)	(1)	$\theta = 1$
2. Linear-Complex	k	l	(1)	(1)	$\theta' = 0$
3. Flächen-Complex	k	l	m	(1)	$\theta'' = 1$
4. Flächen-Complex	k	l	m	(2)	$\theta''' = 2$

34.

Der generelle Census für acyklodische Constituenten.

Aus den beiden letzten dieser Sätze werden wir nun leicht zu dem generellen Census zunächst Eines Complexes acyklodischer Constituenten gelangen, in welchem die Zahl derselben in allen Curien beliebig gross ist.

Lehrsatz. In einem Complex acyklodischer Constituenten ist die Zahl der Punkte und Flächen so gross, wie die Zahl der Linien und Räume.

Beweis. Die Zahl der Punkte sei a, der Linien b, der Flächen c, der Räume d, so ist zu beweisen, dass $a - b + c - d = 0$.

Der Complex enthält ausser dem amplexen Raume $d - 1$ begrenzte Körperräume. Man zerlege denselben in $d - 1$ Complexe, deren jeder einen der $d - 1$ begrenzten Körperräume des gegebenen Complexes enthält, nebst den Grenzen, die ihm im ungetheilten Complex zukommen, und etwa vorhandenen

appendicularen Flächen und Linien, in beliebiger Ordnung, jedoch so, dass nach Ablösung jedes Theils der acyklodische Zustand des die übrigen noch ungetrennten Theile umgebenden Amplexums unversehrt bleibt, was dadurch geschieht, dass man bei jeder der successiven Trennungen einen solchen Körperraum wählt, der durch einen Theil seiner Gesammtgrenze mit dem Amplexum durch den übrigen Theil mit den übrigen noch ungetrennten Körperräumen des Complexes in Contigenz steht. Dann erhält man $d-1$ Flächen-Complexe von der Art des 4. unserer vorigen Lehrsätze und $d-2$ zwischen je einem und den übrigen der $d-1$ Theile gemeinschaftliche Flächen-Complexe von der Art des 3. Satzes. Bezeichnen wir die Zahl der Punkte, Linien und Flächen des ersten Theiles durch k_1, l_1, m_1, des zweiten durch k_2, l_2, m_2 u. s. w. und ebenso die Zahl der Constituenten im ersten gemeinschaftlichen Complex mit $(k)_1$, $(l)_1$, $(m)_1$, im zweiten mit $(k)_2$, $(l)_2$, $(m)_2$ u. s. f., so hat man nach dem 4. Satze (Art. 30)

für den 1. Theil .... $k_1 - l_1 + m_1 = \theta'''$

2. .... $k_2 - l_2 + m_2 = \theta'''$

etc.

$d-1$ten Theil .... $k_{d-1} - l_{d-1} + m_{d-1} = \theta'''$

also $$\Sigma k_{d-1} - \Sigma l_{d-1} + \Sigma m_{d-1} = (d-1)\theta''' \quad (7)$$

wo sich das Summationszeichen auf die Suffixa von 1 bis $d-1$ bezieht. Nach dem 3. Satze (Art. 29) aber ist in dem gemeinschaftlichen Complex zwischen

dem 1. Theil u. den übrigen $(k)_1 - (l)_1 + (m)_1 = \theta''$

2. .... $(k)_2 - (l)_2 + (m)_2 = \theta''$

etc.

$d-2$. Theil u. dem letzten $(k)_{d-2} - (l)_{d-2} + (m)_{d-2} = \theta''$

also $$\Sigma(k)_{d-2} - \Sigma(l)_{d-2} + \Sigma(m)_{d-2} = (d-2)\theta'' \quad (8)$$

Nun ist aber

$$a = \Sigma k_{d-1} - \Sigma(k)_{d-2}$$
$$b = \Sigma l_{d-1} - \Sigma(l)_{d-2}$$
$$c = \Sigma m_{d-1} - \Sigma(m)_{d-2}$$

folglich unter Zuziehung von (7) und (8)

$$a-b+c=(d-1)\theta'''-(d-2)\theta''$$

Da aber nach dem 4. unserer obigen Sätze $\theta''=1$, $\theta'''=2$, so ist

$$a-b+c=2(d-1)-(d-2)=d$$

oder, was zu beweisen war:

$$a-b+c-d=0.$$

35.

Beispiele zu dem vorigen Satze. 1. In jedem gewöhnlichen durch innere Punkte, Linien und Ebenen in polyëdrische Räume getheilten Polyëder ist die Zahl sämmtlicher Eckpunkte, der inneren wie der äusseren, plus der Zahl sämmtlicher Flächen, weniger der Zahl sämmtlicher Kantenlinien um die Einheit grösser als die Anzahl der polyëdrischen Theile, oder wenn die Zahl der Eckpunkte durch S, der Flächen durch F, der Kanten durch A und der polyëdrischen Theile durch P bezeichnet wird (wo also $a=S$, $b=A$, $c=F$, $d=P+1$:

$$S+F=A+P+1$$

Dies ist die von Cauchy dem Euler'schen Satze gegebene Erweiterung [1].

Nehmen wir einen Würfel, der durch halbirende Ebenen parallel zu seinen Seitenflächen in 8 kleinere Würfel getheilt ist, so haben wir $a=27$, $b=54$, $c=36$, $d=9$, wo $a+c=b+d$. Theilen wir ebenso jede Würfelseite in n und den Würfel in n^3 Theile, so kommt $a=(n+1)^3$, $b=3n(n+1)^2$, $c=3nn(n+1)$ und $d=n^3+1$ wo gleichfalls $(n+1)^3+3nn(n+1)=3n(n+1)^2+n^3+1$.

In einem Oktaëder, durch innere Flächen in 8 dreiseitige Pyramiden zerlegt, deren Spitzen in einem beliebigen inneren Punkte liegen, während je eine ihre Basis in einer Oktaëderfläche findet, sind 7 Punkte, 18 Linien, 20 Flächen, und ausser dem Amplexum 8 tetraëdrische Räume, und $7+20=18+8+1$.

In einem bloss von Dreiecken umschlossenen Polyëder, wie Tetraëder, Oktaëder, Ikosaëder, findet sich die Zahl der Punkte und Linien aus der Zahl der Flächen mittelst des 4. der obigen Sätze (s. Art. 33). Da nämlich in

1) Journal de l'Ecole polytechnique (16. cahier) Tome IX. pag. 77. Vgl. die Anm. in der Einleitung so wie Anm. zu Art. 18.

$k-l+m=2$ jetzt offenbar $3m=2l$ wird, so erhält man $k=2+\frac{1}{2}m$ und $l=\frac{3}{2}m$. (Die Flächenzahl kann in diesem Falle nur eine gerade Zahl sein). Zieht man nun von einem Punkte im Innern des von m Dreiecken begrenzten Polyëders gerade Linien nach sämmtlichen k Eckpunkten und theilt das Polyëder in m dreiseitige Pyramiden nach Art des vorigen Falles, so erhält man $k+1$ Punkte, $l+k$ Linien, $m+l$ Flächen und $m+1$ Räume (einschliesslich des Amplexums). Es ist also $a=3+\frac{1}{2}m$, $b=2+2m$, $c=\frac{5}{2}m$, $d=m+1$ und $a-b+c-d=0$. Für $m=8$, wie im vorigen Falle wird $a=7$, $b=18$, $c=20$, $d=9$, wie vorher. Für das Tetraëder wird $a=5$, $b=10$, $c=10$, $d=5$, für das Ikosaëder $a=13$, $b=42$, $c=50$, $d=21$. Für einen von 16 Dreiecken begrenzten polyëdrischen Körper, wie er aus Fig. 37 hervorgehen würde, wenn man die beiden fünfeckigen Grenzflächen durch je zwei Diagonalen in Dreiecke zerlegte, ist in dem den vorigen analogen Falle der Zerlegung in 16 dreiseitige Pyramiden $a=11$, $b=34$, $c=40$, $d=17$.

Aber auch jedes gewöhnliche Polyëder, seine m Seitenflächen mögen Dreiecke sein oder nicht, gibt durch die Zerlegung in m Pyramiden mit gemeinschaftlicher Spitze im Innern des Körpers, wenn k die Zahl der Ecken und l der Kanten des unzerlegten Polyëders, wie vorher, $a=k+1$, $b=l+k$, $c=m+l$ und $d=m+1$ und es ist wiederum $a+c=b+d$.

2. Es sind im Raume n Kugeln ausser einander liegend gegeben, auf jeder Kugelfläche ein effectiver Punkt. Alle diese n Punkte sind mit einem einzigen $n+1$ten Punkte, der ausserhalb jeder Kugel liegt durch beliebige Linien, deren keine sich selbst kreuzt, verbunden. Dieser Complex hat $n+1$ Punkte, n Linien, n Flächen und $n+1$ Räume, also $a+c=b+d$. Setzte man in beliebig vielen der Kugeln noch eine Verbindungslinie zwischen ihrem Mittelpunkte und dem effectiven Punkte ihrer Oberfläche hinzu, so würde dadurch die Zahl a und die Zahl b um gleichviel vergrössert.

3. Zwei Systeme concentrischer Kugeln, Fig. 56, das eine n, das andere n' Kugeln enthaltend, berühren sich von aussen in einem effectiven Punkte, welcher der Fläche der grössten Kugel in jedem Systeme angehört. Dieser Berührungspunkt ist in jedem System durch eine, jede umschlossene Kugel nur in Einem Punkte durchdringende Linie mit dem Mittelpunkt des Systems verbunden. Dieser Complex, dessen Constituenten alle acyklodisch

sind, hat $n+n'+1$ Punkte, $n+n'$ Linien, $n+n'$ Flächen und $n+n'+1$ Räume, also ist wieder $a+c = 2n+2n'+1 = b+d$. Eine durch beide Mittelpunkte gelegte schneidende Ebene, welche zugleich die vorerwähnten Verbindungslinien enthalten soll, sei durch die grössten Kugeln nach aussen begrenzt, erstrecke sich also nicht in den amplexen Raum. Dann kommen keine Punkte, aber $n+n'$ Linien, $2n+2n'$ Flächen und $n+n'$ Räume hinzu, so dass also $a+c = 3(n+n')+1 = b+d$. Wird die schneidende Ebene in den amplexen Raum zur Fläche eines Kreises erweitert, der die äusseren Kugeln in 2 Punkten berührt, so kommen zwei Punkte, vier Linien und zwei appendiculare Flächen hinzu, und es bleibt immer noch $a-b+c-d = 0$.

4. Zwei Ringkörper greifen verkettet in einander, Fig. 57. Jeder ist durch eine die Oeffnung des andern schliessende Fläche durchschnitten, welche selbst mit ihrem Ringe eine cyklische Grenzlinie gemein hat. Beide Schliessflächen schneiden einander in einer Linie, deren Endpunkte auf je einer Ringoberfläche liegen und die vier cyklischen Grenzen der beiden Schliessflächen acyklodisch machen. Die Durchschnittslinie macht beide Schliessflächen selbst acyklodisch. Die Ringkörper sind vermöge der in ihrem Innern gelegenen Theile der Schliessflächen acyklodisch. Vor Hinzufügung noch anderer in der Figur enthaltenen Flächen besteht der Complex aus 2 Punkten, 5 Linien, 6 Flächen und 3 Räumen, wo $2+6 = 5+3$. Schneiden wir jeden Ringkörper noch an einer andern Stelle, wie die Figur andeutet, durch eine vierseitig begrenzte Fläche, so besteht jetzt jeder Ringkörper wegen des in seinem Innern befindlichen Theils der neuen Schnittfläche aus 2 Körperräumen, so wie seine Oberfläche aus 2 Flächen, und wir haben $a = 14$, $b = 21$, $c = 12$, $d = 5$, also wieder $a-b+c-d = 0$. Man dürfte jetzt — ohne Gefahr einer entstehenden Cyklose — den im Innern der Ringkörper liegenden Theil der Schliessflächen herausnehmen. Durch die Wegnahme in einem der Ringe würde c und d zugleich um 1, durch die Wegnahme in beiden Ringen um 2 vermindert, während a und b ungeändert blieben. Die Gleichung des Census aber bliebe verificirt.

Nach Wegnahme der eben gedachten beiden Flächen dürfte man nicht wiederum auch die im Innern der körperlichen Ringe befindlichen Theile der vierseitigen Schnittflächen beseitigen. Es würde dadurch lediglich c um 2 ver-

ringert und unsere Census-Gleichung unrichtig werden, was daher rühren würde, dass nunmehr die ringförmigen Körperräume cyklodisch geworden wären und somit der Bedingung nicht mehr genügt würde, an welche die Wahrheit des durch die gegenwärtigen Beispiele zu erläuternden Satzes geknüpft ist. Stellen wir die eben gedachten Flächen wieder her, beseitigen aber die ausserhalb der Ringkörper liegenden Theile der Schliessflächen unter Beibehaltung der Linie, die vorher ihre Durchschnittslinie gewesen, so sind zwar die Ringkörper oder ihre constituirenden Theile acyklodisch, aber das Amplexum würde zweifach cyklodisch werden. Durch Verminderung um 2 des Werthes von c allein, würde sich wiederum die Census-Gleichung aus gleichem Grunde nicht verificiren. Eine ausserdem versuchte Beseitigung der erwähnten Durchschnittslinie würde, weil jetzt das Ganze in zwei Complexe zerfiele, ebenso wenig eine Verification der Gleichung herbeiführen.

Diese und ähnliche im Vorhergehenden eingestreute Bemerkungen mögen dienen, die Bedeutung des bis jetzt noch ausbedungenen acyklodischen Zustandes sämmtlicher Constituenten des gegebenen Complexes in concreten Fällen noch mehr hervortreten zu lassen.

36.

Lehrsatz. Sind p Complexe von acyklodischen Constituenten gegeben, deren Gesammtzahl der Punkte a, der Linien b, der Flächen c, der Räume d ist, so ist $a-b+c-d=p-1$.

Beweis. Wir bezeichnen für die einzelnen Complexe, in ganz beliebiger Ordnung genommen, die Constituenten für den ersten, durch a_1, b_1, c_1, d_1, für den zweiten durch a_2, b_2, c_2, d_2 u. s. f. in jedem die Raum-Zahl d_1 oder d_2 u. s. w. so verstanden, als ob der Complex allein existirte.

Durch Tilgung der Flächen, Linien und Punkte eines Complexes hört natürlich die Existenz des Complexes selber auf. Alle seine Constituenten der vierten Curie aber, die an ihm unter einander in Contigenz waren, werden dadurch zu einem einzigen Raume verschmolzen, gleichviel, ob dieser Raum das Amplexum oder ein einem anderen Complex angehöriger Binnenraum sei. Die Wegräumung irgend eines Complexes, dessen Numerus der

vierten Curie d_r ist hat demnach die Verminderung der Gesammtzahl d um $d_r - 1$ zur Folge. Tilgen wir also nach und nach alle Complexe, so vermindert sich bei jeder Wegschaffung eines Complexes die Total-Anzahl d um eine Zahl, welche 1 weniger beträgt als die Raumzahl des getilgten Complexes, und nach Wegräumung aller Complexe bleibt natürlich der leere amplexe Raum allein übrig, oder alle Tilgungen bewirken eine totale Verminderung um $d-1$. In Zeichen ausgedrückt haben wir also

$$d-1 = \Sigma(d_p - 1)$$

die Summation auf alle Suffixa von 1 bis p ausgedehnt gedacht. Dies gibt

$$d-1 = \Sigma d_p - p$$

oder

$$\Sigma d_p = d + p - 1 \qquad (9)$$

Nach dem vorhergehenden Lehrsatz ist nun für die einzelnen Complexe

$$a_1 - b_1 + c_1 - d_1 = 0$$
$$a_2 - b_2 + c_2 - d_2 = 0$$
$$\text{etc.}$$
$$a_p - b_p + c_p - d_p = 0$$

also

$$\Sigma a_p - \Sigma b_p + \Sigma c_p - \Sigma d_p = 0 \qquad (10)$$

Es ist aber offenbar

$$\Sigma a_p = a$$
$$\Sigma b_p = b$$
$$\Sigma c_p = c$$

Unter Berücksichtigung dieser drei Summenwerthe, so wie des vierten, oben gefundenen (9) folgt aus (10):

$$a - b + c - d - p + 1 = 0$$

oder, was zu beweisen war:

$$a - b + c - d = p - 1$$

Der hiermit geschehene Schritt zur Ausdehnung des Satzes in Art. 34 auf den Fall einer beliebigen Zahl von Complexen ist so palpabel, dass wir uns füglich der Vorführung neuer Beispiele überheben dürfen. Aus den auf Einen Complex bezüglichen Beispielen des Art. 35 kann man nach Belieben mehrere Complexe seclusiv oder inclusiv coëxistirend annehmen und daran die Gleichung des gegenwärtigen Satzes verificiren. Auch ist es fast überflüssig zu bemerken, dass der Satz für $p = 1$ in den vorhergehenden des

Art. 34 übergeht, so wie dass er auch für den Fall $p = 0$ gilt, wo $a = b = c = 0$, $d = 1$ ist.

37.

Der generelle Census für irgend welche Complexe.

Nachdem wir die allgemeine Relation für den Census solcher Complexe gewonnen haben, deren Constituenten sämmtlich acyklodisch sind, gehen wir nun an die Untersuchung des Einflusses, den die Cyklose in den Constituenten gegebener Complexe auf diese Relation ausübt, um dadurch zu dem generellen Census irgend wie beschaffener Complexe zu gelangen.

Bisher haben alle Constituenten zum Census lediglich mit ihrem Numerus concurrirt, d. h. jeder Constituent zählte als Einheit in seiner Curie. Sobald wir, wie jetzt geschehen soll, die bisherige Einschränkung in der Beschaffenheit der Constituenten fallen lassen, wird der Beitrag eines Constituenten im Allgemeinen nicht mehr 1, sondern eine Zahl sein, welche aus der Einheit durch einen Zusatz hervorgeht, der lediglich für acyklodische Constituenten Null ist. Wir werden diesen Zusatz abgesehen von seinem Vorzeichen, welches aus den weiteren Betrachtungen von selbst hervorgehen wird, in den einzelnen Curien mit α, β, γ, δ bezeichnen und ihn, so wie die Summe der Zusätze in jeder Curie, das *Attributiv* nennen. Durch das Attributiv wird dem numerativen Element des Census gleichsam ein taxatorisches hinzugefügt.

Stellen wir uns vorerst zur Vereinfachung der Argumentation wieder zurück auf das Gebiet Eines Complexes, für welchen nach Art. 34 im Falle lediglich acyklodischer Bestandstücke die Relation

$$a - b + c - d = 0 \qquad (11)$$

gilt, so wird jetzt, wo der Beitrag der einzelnen Constituenten allgemein in der ersten Curie $1 + \alpha$ statt 1, in der zweiten $1 + \beta$ statt 1, in der dritten $1 + \gamma$ statt 1 und in der vierten $1 + \delta$ statt 1 sein soll, jedes der vier Glieder der Census-Gleichung (11) nicht mehr die blosse Anzahl der Constituenten in der entsprechenden Curie, sondern die Summe der Beiträge aller in einer Curie contribuirenden Constituenten sein müssen. Bezeichnen wir die neuen Glieder der Census-Gleichung durch A, B, C, D, während nach wie

vor a die Zahl der Punkte, b der Linien, c der Flächen, d der Räume bedeutet, sind ferner die Attributive der einzelnen Constituenten in der ersten Curie $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \ldots \alpha_a$, in der zweiten $\beta_1, \beta_2 \ldots \beta_b$, in der dritten $\gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_c$, in der vierten $\delta_1, \delta_2, \ldots \delta_d$ und endlich die Summen $\Sigma\alpha_a = \alpha$, $\Sigma\beta_b = \beta$, $\Sigma\gamma_c = \gamma$, $\Sigma\delta_d = \delta$, so muss offenbar das Aggregat $(a+\alpha) - (b+\beta) + (c+\gamma) - (d+\delta)$, sobald sämmtliche Attributive Null werden, in $a-b+c-d$ übergehen, von welchem in Art. 34 bewiesen worden, dass es $=0$ ist; mit andern Worten: die bisherige Census-Gleichung (11) für einen acyklomatischen Complex geht im gegenwärtigen allgemeineren Falle eines cyklomatischen Complexes in die allgemeinere

$$A-B+C-D=0 \tag{12}$$

über, wo

$$\begin{aligned} A &= a+\alpha \\ B &= b+\beta \\ C &= c+\gamma \\ D &= d+\delta \end{aligned} \tag{13}$$

Wir bezeichnen nun ferner die cyklomatische Zahl der einzelnen Constituenten in der ersten Curie durch $\varkappa_1^0, \varkappa_2^0, \varkappa_3^0, \ldots \varkappa_a^0$, in der zweiten durch $\varkappa_1', \varkappa_2', \ldots \varkappa_b'$, in der dritten durch $\varkappa_1'', \varkappa_2'', \ldots \varkappa_c''$, in der vierten durch $\varkappa_1''', \varkappa_2''', \ldots \varkappa_d'''$ und ausserdem für die Constituenten der dritten Curie durch $\pi_1, \pi_2, \ldots \pi_r$ den periphraktischen Werth 1 oder 0, jenachdem die Fläche periphraktisch ist, oder nicht, so wie endlich die Summen $\Sigma\varkappa_a^0$, $\Sigma\varkappa_b'$, $\Sigma\varkappa_c''$, $\Sigma\varkappa_d'''$ und $\Sigma\pi_c$ bezw. durch $\varkappa^0, \varkappa', \varkappa'', \varkappa''', \pi$; so ist nunmehr die Aufstellung des auf einen beliebigen Complex bezüglichen allgemeinen Theorems des Census vorbereitet, welches wesentlich nur die Abhängigkeit der Attributive von der topologischen Natur der Constituenten, d. i. von ihrer cyklomatischen und periphraktischen Beschaffenheit nachzuweisen hat.

38.

Lehrsatz. In der auf einen räumlichen Complex von irgend wie beschaffenen Constituenten bezüglichen Census-Gleichung

$$A-B+C-D=0$$

wo $A = a + \alpha$, $B = b + \beta$, $C = c + \gamma$, $D = d + \delta$, ergibt sich

$$\alpha_r = -\varkappa_r^0$$
$$\beta_r = -\varkappa_r'$$
$$\gamma_r = -\varkappa_r'' + \pi_r$$
$$\delta_r = -\varkappa_r'''$$

wo r einen beliebigen ganzzahligen Index bedeutet, und somit auch

$$\alpha = -\varkappa^0$$
$$\beta = -\varkappa'$$
$$\gamma = -\varkappa'' + \pi$$
$$\delta = -\varkappa'''$$

oder: das Attributiv ist in der ersten, zweiten und vierten Curie gleich der cyklomatischen Ordnungszahl negativ genommen und in der dritten Curie gleich der periphraktischen Zahl minus der cyklomatischen Zahl.

Beweis. Wir führen durch die erforderlichen Dialysen, nach Anweisung der in den Artt. 7 bis 25 enthaltenen Abschnitte von der Cyklose, der Dialyse und dem Diagramm, sämmtliche Constituenten successive in den einzelnen Curien, mit der ersten beginnend, aber innerhalb jeder Curie in beliebiger Ordnung, auf den acyklodischen Zustand zurück, um dadurch neue Complexe zu erzeugen, in welchen eine oder mehrere oder alle Curien theilweis oder gänzlich acyklodische Bestandtheile enthalten. Von den durch die dialytischen Operationen in den einzelnen Constituenten wie in den Curien dem gegebenen Complex hinzugefügten oder augmentären Constituenten müssen wir uns die erforderliche Rechenschaft geben, um den dadurch bewirkten doppelten Einfluss, nämlich des Ueberganges cyklodischer Constituenten in acyklodische und des gleichzeitigen Zuwachses an neuen Constituenten im Einzelnen übersehen zu können. Das Gesammt-Augment bildet alsdann in dem gegebenen Complex offenbar einen Inbegriff von virtuellen Constituenten, welche, sobald wir ihnen den Charakter der Effectivität ertheilen, den cyklomatischen Complex mit Einemmal in einen acyklodischen umwandeln.

In der *ersten* Curie fällt die Reduction weg, da die Punkte sämmtlich acyklodisch sind. Es ist nicht bloss $\varkappa_r^0$ und $\varkappa$, sondern auch das Attributiv α_r und die Attributivsumme α stets $= 0$.

In der *zweiten* Curie, der Linien, ist $\varkappa_r'$ entweder $= 0$ oder $= 1$. Im ersten Falle ist die Linie acyklodisch und $\mathfrak{C}_r = 0$. Im zweiten ist sie cyklisch und wird durch eine Dialyse acyklodisch. Die Dialyse besteht in einem Punkte an einem beliebigen Orte auf dem Cyklus. Jede solche Dialyse in der Curie bewirkt also im Complex einen Zuwachs von einem Punkte. In der zweiten Curie hat mithin die Reduction eines beliebigen Constituenten einerseits den Uebergang von B in $B - \mathfrak{C}_r$ andererseits ein Augment von

$\varkappa_r'$ Punkten

und die Reduction aller Constituenten einerseits den Uebergang von B in $B - \mathfrak{C}$, andererseits ein Augment von

$\varkappa'$ Punkten

zur Folge, während in der ersten Curie bei dem Uebergang von A in $A - \alpha_r$ oder in $A - \alpha$ dieser Zuwachs Null war.

In der *dritten* Curie, der Flächen, kann $\varkappa_r''$ Null oder jede ganze positive Zahl bedeuten, der Werth von π_r aber kann entweder 0 oder 1 sein. Wir ertheilen der Fläche erforderlichen Falls das Trema. Durch diesen Theil der Reduction an einem beliebigen Constituenten erwächst dem Complex der Zuwachs von π_r Punkten und durch die Operation an sämmtlichen Constituenten der Zuwachs von π Punkten. Die Dialyse einer Fläche besteht in einer acyklodischen Linie, welche entweder zwei neue Punkte, auf bereits acyklodische Linien fallend, und dadurch zwei neue Linien, oder einen solchen Punkt und dadurch eine neue Linie oder keinen Punkt und keine neue Linie dem Complex hinzufügt. Jede Dialyse bewirkt also einen Zusatz von einer Linie und ausserdem einen Zusatz von gleichviel Linien und Punkten und somit alle Dialysen einer beliebigen Fläche von der cyklomatischen Zahl $\varkappa_r''$ einen Zusatz von $\varkappa_r''$ Linien nebst gleichviel (wir setzen m_r) Linien und Punkten. Die sämmtlichen Dialysen in der Curie werden mithin einen Zuwachs von $\varkappa''$ Linien und daneben von gleichviel (wir setzen m) Linien und Punkten zur Folge haben. Unter Mitberücksichtigung des Tremas ist sonach die Wirkung der Reduction einer beliebigen Fläche einerseits der Uebergang von C in $C - \gamma_r$, andererseits ein Augment von

$\varkappa_r'' + m_r$ Linien

$\pi_r + m_r$ Punkten,

und die Wirkung der vollständigen Reduction der ganzen Curie einerseits der Uebergang von C in $C-\gamma$, andererseits ein Augment von

$\varkappa'' + m$ Linien

$\pi + m$ Punkten.

In der *vierten* Curie, der Räume, besteht jede Dialyse in einer acyklodischen Fläche. Diese augmentäre Fläche führt im Allgemeinen l neue Linien, welche bereits acyklodische Flächen durchschneiden, und k neue Punkte, auf bereits acyklodische Linien fallend, ein. Die l neuen Linien bewirken durch die Zerschneidung acyklodischer Flächen einen Zusatz von l Flächen, und die k neuen Punkte durch die Zertheilung acyklodischer Linien einen Zusatz von k Linien. Der Zuwachs in Folge einer Dialyse wird also sein: eine Fläche und daneben l Flächen, $l+k$ Linien und k Punkte, d. h. ausser einer Fläche ein Zuwachs von gleichviel Flächen und Linien und ein anderer Zuwachs von gleichviel Linien und Punkten. Ein Raum, dessen Cyklose von der Ordnung $\varkappa_r'''$ ist, wird also durch seine Reduction einerseits den Uebergang von D in $D-\delta_r$ andererseits ein Augment von

$\varkappa_r''' + n_r$ Flächen

$n_r + n_r'$ Linien

n_r' Punkten

verursachen, und die Folge der durchgängigen Operation in der vierten Curie wird sein einerseits der Uebergang von D in $D-\delta$ und andererseits ein Augment von

$\varkappa''' + n$ Flächen

$n + n'$ Linien

n' Punkten.

Die hierbei mehrfach zur Bezeichnung gleicher Zuwachs-Antheile in zwei benachbarten Curien gebrauchten Zeichen k, l, m, n (mit oder ohne Affixa) können sowohl Null als jede beliebige ganze positive Zahl bedeuten.

Der ursprünglich gegebene Complex hat jetzt durch die Reduction in den vier Curien eine Reihe von Stadien oder Phasen durchlaufen, die wir aus den Erfolgen der einzelnen Operationen leicht überblicken. Nennen wir den Complex in seinem anfänglichen Zustande W und seine successiven Pha-

sen: W^0 nach der Reduction der ersten Curie, W_r^0 nach der Reduction bloss des $r$ten Constituenten der ersten Curie, W' nach der Reduction der ersten und zweiten Curie, W_r' nach der Reduction der ersten Curie und in der zweiten Curie bloss des $r$ten Constituenten, u. s. f. also W''' den finalen Zustand nach der durchgängigen Reduction, so haben wir nech dem Bisherigen folgenden Bestand an Constituenten des Complexes in seinen successiven Phasen.

Der Complex in der Phase		unreducirt	reducirt
W	enthält	Punkte a	
		Linien b	
		Flächen c	
		Räume d	
W_r^0	enthält	Punkte a—1	Punkt 1
		Linien b	
		Flächen c	
		Räume d	
W^0	enthält	. . . .	Punkte a
		Linien b	
		Flächen c	
		Räume d	
W_r'	enthält	. . . .	Punkte $a+\varkappa_r'$
		Linien b—1	Linie 1
		Flächen c	
		Räume d	
W'	enthält	. . . .	Punkte $a+\varkappa'$
		. . . .	Linien b
		Flächen c	
		Räume d	
W_r''	enthält	. . . .	Punkte $a+\varkappa'+\pi_r+m_{\gamma}$
		. . . .	Linien $b+\varkappa_r''+m_r$
		Flächen c—1	Fläche 1
		Räume d	
W''	enthält	. . . .	Punkte $a+\varkappa'+\pi+m$
		. . . .	Linien $b+\varkappa''+m$

Der Complex in der Phase		unreducirt	reducirt
		....	Flächen c
		Räume d	
W_r'''	enthält	....	Punkte $a+\varkappa'+\pi+m+n_r'$
		....	Linien $b+\varkappa''+m+n_r+n_r'$
		....	Flächen $c+\varkappa_r'''+n_r$
		Räume $d-1$	Raum 1
W'''	enthält	....	Punkte $a+\varkappa'+\pi+m+n'$
		....	Linien $b+\varkappa''+m+n+n'$
		....	Flächen $c+\varkappa'''+n$
		....	Räume d

Wenden wir nun unter Berücksichtigung, dass für alle reducirten Constituenten das Attributiv wegfällt, die allgemeine Census-Gleichung (12) an, so erhalten wir folgende Gleichungen für die einzelnen Phasen:

für W .... $A-B+C-D=0$ (14)

W_r^0 .... $(A-\alpha_r)-B+C-D=0$ (15)

W^0 .... $a-B+C-D=0$ (16)

W_r' .... $(a+\varkappa_r')-(B-\mathfrak{E}_r)+C-D=0$ (17)

W' .... $(a+\varkappa')-b+C-D=0$ (18)

W_r'' .... $(a+\varkappa'+\pi_r+m_r)-(b+\varkappa_r''+m_r)+(C-\gamma_r)-D=0$ (19)

W'' .... $(a+\varkappa'+\pi+m)-(b+\varkappa''+m)+c-D=0$ (20)

W_r''' .. $(a+\varkappa'+\pi+m+n_r')-(b+\varkappa''+m+n_r+n_r')+(c+\varkappa_r'''+n_r)-(D-\delta_r)=0$ (21)

W''' .... $(a+\varkappa'+\pi+m+n')-(b+\varkappa''+m+n+n')+(c+\varkappa'''+n)-d=0$ (22)

Aus (14) und (15) folgt $-\alpha_r=0$ und da $\varkappa_r^0=0$, so ist

$$\alpha_r=-\varkappa_r^0 \qquad (23)$$

Aus (16) und (17) folgt $\varkappa_r'+\mathfrak{E}_r=0$, oder

$$\mathfrak{E}_r=-\varkappa_r' \qquad (24)$$

Aus (18) und (19) folgt $\pi_r-\varkappa_r''-\gamma_r=0$ oder

$$\gamma_r=-\varkappa_r''+\pi_r \qquad (25)$$

Aus (20) und (21) folgt $\varkappa_r'''+\delta_r=0$ oder

$$\delta_r=-\varkappa_r''' \qquad (26)$$

Ebenso ergibt sich aus (14) und (16) $A-a=0$ oder, da auch $A-a=\alpha$ und $\varkappa^0=0$,

$$\alpha=-\varkappa^0 \tag{27}$$

aus (16) und (18) nach (13) auch $B-b+\varkappa'=0$, oder da $B-b=\beta$,

$$\beta=-\varkappa' \tag{28}$$

aus (18) und (20): $C-c+\varkappa''-\pi=0$, oder da auch $C-c=\gamma$,

$$\gamma=-\varkappa''+\pi \tag{29}$$

endlich aus (20) und (22): $D-d+\varkappa'''=0$, oder da $D-d=\delta$,

$$\delta=-\varkappa''' \tag{30}$$

Mit den Gleichungen (23) ... (30) ist der Satz bewiesen.

39.

Die allgemeine Gleichung (12) oder

$$(a+\alpha)-(b+\beta)+(c+\gamma)-(d+\delta)=0$$

nimmt also zu Folge des eben bewiesenen Satzes diese Gestalt an

$$(a-\varkappa^0)-(b-\varkappa')+(c-\varkappa''+\pi)-(d-\varkappa''')=0 \tag{31}$$

Von dieser auf Einen Complex bezüglichen Census-Gleichung gehen wir sofort auf den Fall einer beliebigen Zahl von Complexen über, der den vorstehenden als Specialfall wird enthalten müssen.

Lehrsatz. Sind p Complexe von irgendwie beschaffenen Constituenten gegeben, in welchen die Gesammtzahl der Punkte a, der Linien b, der Flächen c, der Räume d ist, und bezeichnen $\varkappa^0$, $\varkappa'$, $\varkappa''$, $\varkappa'''$ in den einzelnen Curien die Summe der cyklomatischen Zahlen so wie π die Summe der periphragmatischen Zahlen in der dritten Curie, so ist, wenn $A=a-\varkappa^0$, $B=b-\varkappa'$, $C=c-\varkappa''+\pi$, $D=d-\varkappa'''$:

$$A-B+C-D=p-1$$

Beweis. Stehen die Complexe in seclusiver Stellung, so dass also alle von dem Amplexum umgeben werden, so wird man durch $p-1$ successive acyklodische und sich nicht selbst kreuzende Verbindungslinien erst zwei, dann drei, vier u. s. w. bis zuletzt alle p Complexe zu Einem Complex vereinigen können. Ist die Stellung eine durchgängig inclusive, so wird man entweder durch Anathese die seclusive Stellung einführen und wie vorher die succes-

siven Combinationen zweier, dreier u. s. w. Complexe in beliebiger Ordnung vollziehen, oder sofern man auf die Anwendung der Anathese verzichten will, bei diesem Combinationsgeschäft die Inclusions-Ordnung befolgen, vom innersten zum nächsten äussern oder umgekehrt vom äussersten zum nächst innersten fortschreitend. Die Zahl der Combinationslinien ist auch in diesem Falle $p-1$. Ist endlich die Stellung promiscue die seclusive und inclusive, so wird man wiederum entweder durch Anathese durchgängig seclusive Stellung einführen, oder — ohne Anathese — die successiven Vereinigungen zwischen einzelnen oder bereits untereinander verbundenen Complexen dadurch vollziehen, dass man durch jede Verbindungslinie jedesmal nur Einen Zwischenraum durchsetzt oder gleichsam durchbohrt. Dass aber auch jetzt zur Vereinigung sämmtlicher Complexe in Einen Complex $p-1$ Combinationslinien erforderlich und ausreichend sind, geht, wie auch für die vorigen Fälle, aus der Ueberlegung hervor, dass die Zahl der Complexe nach Einführung jeder solcher Linie um 1 vermindert erscheint, so dass nach $p-1$ Linien die Zahl der Complexe um $p-1$ vermindert sein, d. h. auf 1 herabgekommen sein muss.

Es ist, wie für den gegenwärtigen Zweck, so auch in anderweitigem Betracht von Interesse nachgewiesen zu haben, dass zur Herstellung Eines Complexes aus p Complexen in allen Fällen, auch ohne Zuhülfenahme der Anathese, $p-1$ Combinationslinien erforderlich und ausreichend sind.

Jede Combinationslinie nun, welche gleichsam eine Brücke von einem Complex zum andern quer durch den beide umgebenden Zwischenraum herzustellen hat, muss den einen ihrer Endpunkte in dem einen, den andern im andern Complex finden. Untersuchen wir die Wirkung jedes solchen neuen Punktes auf die Constituenten des betreffenden Complexes, so kommen folgende fünf Fälle in Betracht.

Erstens: der Endpunkt der Combinationslinie ist ein bereits effectiver Punkt des Complexes, dann erfährt der Complex von dieser Seite keine Aenderung in seinem Bestande.

Zweitens: der Endpunkt ist ein Punkt auf einer acyklodischen Linie, dann ist die Wirkung im Bestande der Constituenten ein Augment in a um 1 und in b um 1.

Drittens: der Endpunkt ist ein Punkt auf einer cyklodischen Linie, dann

bildet der Punkt die Dialyse dieser Linie und die Wirkung ist ein Augment in a um 1 und in $\varkappa'$ um — 1.

Viertens: der Endpunkt ist ein neuer Punkt auf einer aperiphraktischen Fläche von dem cyklomatischen Range $\varkappa_r''$, dann ist die Wirkung ein Augment in a um 1 und in $\varkappa_r''$ oder in $\varkappa''$ um 1.

Fünftens: der Endpunkt ist ein neuer Punkt auf einer periphraktischen Fläche, für welche also $\pi_r = 1$, dann bildet der Punkt das Trema dieser Fläche, und die Wirkung ist ein Augment in a um 1 und in π_r oder π um — 1.

Die Wirkung eines Endpunkts auf die im Census vorkommenden Grössen a, b, c, d, $\varkappa^0$, $\varkappa'$, $\varkappa''$, $\varkappa'''$ und π ist also, indem wir einen Zuwachs mit $+$, eine Abnahme mit — verzeichnen, die Aenderung

im 1. Fall	keine	oder	von A um 0
			von B um 0
			von C um 0
im 2. Fall	von a um $+1$	oder	von A um $+1$
	von b um $+1$		von B um $+1$
			von C um 0
im 3. Fall	von a um $+1$	oder	von A um $+1$
	von $\varkappa'$ um -1		von B um $+1$
			von C um 0
im 4. Fall	von a um $+1$	oder	von A um $+1$
	von $\varkappa''$ um $+1$		von B um 0
			von C um -1
im 5. Fall	von a um $+1$	oder	von A um $+1$
	von π um -1		von B um 0
			von C um -1

und in allen Fällen bleibt D ungeändert.

Bezeichnen wir durch u und u' Grössen, welche nur die Werthe 0 oder 1 annehmen können, so lassen sich die vorigen fünf Fälle in zwei so zusammenfassen, dass wir den Effect jeder der $p—1$ Verbindungen, welche einerseits einen Zuwachs um eine acyklodische Linie, andererseits den eben ermittelten Zuwachs durch jeden ihrer beiden Endpunkte einführt, darstellen als den Uebergang

entweder von A in $A+u+u'$
von B in $B+u+u'+1$
oder von A in $A+u+u'$
von B in $B+1$
von C in $C-u-u'$

d. h. durch die Einführung jeder der $p-1$ Verbindungslinien entsteht im Bestande der Complexe entweder in den zwei Gliedern A und B ein Zuwachs, der in B um die Einheit grösser ist, als in A, oder in den drei Gliedern A, B, C ein Zuwachs, der in A und C gleich gross aber entgegengesetzt, und in B der Einheit gleich ist. Bezeichnen v und w Zusätze, die sowohl 0 als jede ganze positive Zahl bedeuten können, so wird durch die Einführung aller $p-1$ Combinationslinien im Bestande des dadurch hergestellten einzigen Complexes ein Uebergang

entweder von A in $A+v$
von B in $B+v+p-1$
oder von A in $A+w$
von B in $B+p-1$
von C in $C-w$

bewirkt. Für den nunmehr hervorgegangenen Complex aber gilt nach dem Satze des vorigen Art. die Gleichung (12), welche jetzt diese Gestalt annimmt

entweder $(A+v)-(B+v+p-1)+C-D=0$
oder $(A+w)-(B+p-1)+(C-w)-D=0$

In beiden Fällen ist, was zu beweisen war:

$$A-B+C-D=p-1 \tag{32}$$

oder nach Einführung der Werthe von A, B, C, D:

$$(a-\varkappa^0)-(b-\varkappa')+(c-\varkappa''+\pi)-(d-\varkappa''')=p-1 \tag{33}$$

Dies ist der Census räumlicher Complexe von endlicher Ausdehnung in seiner allgemeinsten Bedeutung, wiewohl seine Form sich später noch einer weiter gehenden Verallgemeinerung fähig zeigen wird.

40.

Zur Veranschaulichung des Sinns und der Allgemeinheit dieses Theo-

rems führen wir nun eine Reihe von Beispielen für einen oder mehrere Complexe auf. Wir werden jedesmal aus dem Numerus und dem Attributiv die Glieder A, B, C, D und das Aggregat $A-B+C-D$ berechnen, dessen Betrag wir mit Q bezeichnen. Die Verification der Census-Gleichung wird alsdann aus der Uebereinstimmung der Werthe von Q und $p-1$ hervortreten.

1. Ein einziger Punkt im Raum ist gegeben. Dann ist $a=1$, $\varkappa^0=0$, $A=1$; $b=B=0$; $c=C=0$; $d=1$, $\varkappa'''=0$, $D=1$; $p=1$, also

$$Q=1-0+0-1=0$$
$$p-1=0$$

Für n verschiedene irgendwie im Raume gelegene Punkte ist $a=n$, $\varkappa^0=0$, $A=n$; $b=B=0$; $c=C=0$; $d=1$, $\varkappa'''=0$, $D=1$; $p=n$, also

$$Q=n-0+0-1=n-1$$
$$p-1=n-1$$

2. Eine in sich zurückkehrende mit einem effectiven Punkte versehene Linie, wie Fig. 43, 44 oder 45, gibt $a=1$, $\varkappa^0=0$, $A=1$; $b=1$, $\varkappa'=0$, $B=1$; $c=C=0$; $d=1$, $\varkappa'''=1$, $D=0$; $p=1$, mithin

$$Q=1-1+0-0=0$$
$$p-1=0$$

Für alle drei in Fig. 43, 44, 45 dargestellte, zugleich existirende Linien, gleichviel ob sie unter einander verkettet seien oder nicht, hat man $a=3$, $\varkappa^0=0$, $A=3$; $b=3$, $\varkappa'=0$, $B=3$; $c=C=0$; $d=1$, $\varkappa'''=3$, $D=-2$; $p=3$, also

$$Q=3-3+0+2=2$$
$$p-1=2$$

3. Eine cyklische Linie ist gegeben. Dann ist $a=A=0$; $b=1$, $\varkappa'=1$, $B=0$; $c=C=0$; $d=1$, $\varkappa'''=1$, $D=0$; $p=1$. Also

$$Q=0-0+0-0=0$$
$$p-1=0$$

Für n cyklische, sich weder berührende noch kreuzende Linien — irgendwie verkettet und verknotet oder nicht — hat man $a=A=0$; $b=n$, $\varkappa'=n$, $B=0$; $c=C=0$; $d=1$, $\varkappa'''=n$, $D=1-n$; $p=n$. Also

$$Q=0-0+0-(1-n)=n-1$$
$$p-1=n-1$$

4. Eine allseitig geschlossene, einen acyklodischen Raum einschliessende Fläche ohne effective Punkte oder Linien ist gegeben. Sie kann die Gestalt einer Kugel, eines Sphäroïds, einer Blase, eines geschlossenen Schlauchs u. s. w. haben. Es ist $a = A = 0$; $b = B = 0$; $c = 1$, $\varkappa'' = 0$, $\pi = 1$, $C = 2$; $d = 2$, $\varkappa''' = 0$, $D = 2$; $p = 1$. Also

$$Q = 0-0+2-2 = 0$$
$$p-1 = 0$$

Für n solche Flächen in seclusiver oder inclusiver Stellung vorausgesetzt, dass sie einander weder berühren noch durchschneiden, ist $a = A = 0$; $b = B = 0$; $c = n$, $\varkappa'' = 0$, $\pi = n$, $C = 2n$, $d = n+1$, $\varkappa''' = 0$, $D = n+1$; $p = n$. Also

$$Q = 0-0+2n-(n+1) = n-1$$
$$p-1 = n-1$$

5. Für die in Fig. 24 dargestellte polycyklodische Fläche, für welche das Diagramm des eingeschlossenen Raums im 4. Beispiel des Art. 21, so wie im 3. Beispiel des Art. 22 sich als dreifach cyklodisch erwiesen hat, welche sich selbst als sechsfach cyklodisch erweist und deren Amplexum dreifach cyklodisch ist, hat man $a = A = 0$; $b = B = 0$; $c = 1$, $\varkappa'' = 6$, $\pi = 1$, $C = -4$; $d = 2$, $\varkappa_1''' = 3$, $\varkappa_2''' = 3$, $D = -4$; $p = 1$. Also

$$Q = 0-0-4+4 = 0$$
$$p-1 = 0$$

6. Es seien die in den Figuren 3 und 4 dargestellten Flächen zwei zugleich gegebene Complexe. Jede derselben ist von einer cyklischen Linie vollständig begrenzt, die eine (Fig. 3) ist einfach cyklodisch, die andere (Fig. 4) zweifach cyklodisch. Das Amplexum ist dreifach cyklodisch. Effective Punkte fehlen. Man hat demnach $a = A = 0$; $b = 2$, $\varkappa_2' = 1$, $\varkappa_2' = 1$, $B = 0$; $c = 2$, $\varkappa_1'' = 1$, $\varkappa_2'' = 2$, $C = -1$; $d = 1$, $\varkappa''' = 3$, $D = -2$; $p = 2$. Mithin

$$Q = 0-0-1+2 = 1$$
$$p-1 = 1$$

7. Eine ringförmige Röhre Fig. 58 besteht aus zwei Ringflächen, deren eine in der anderen ohne gegenseitige Durchschneidung oder Berührung enthalten ist. Sie stellt zwei Complexe dar, von welchen jeder aus einer

periphraktischen, zweifach cyklodischen Fläche besteht, und enthält zwei Räume, einen einfach cyklodischen und einen zweifach cyklodischen. Das Amplexum ist einfach cyklodisch. Hier ist also $a = A = 0$; $b = B = 0$; $c = 2$, $\varkappa_1'' = 2$, $\varkappa_2'' = 2$, $\pi_1 = 1$, $\pi_2 = 1$, $C = 0$; $d = 3$, $\varkappa_1''' = 1$, $\varkappa_2''' = 2$, $\varkappa_3''' = 1$, $D = -1$; $p = 2$, und somit

$$Q = 0-0+0+1 = 1$$

$$p-1 = 1$$

Würden beide Ringflächen durch Anathese in seclusive Stellung gebracht, so müsste, wie bereits in Art. 18 hierauf aufmerksam gemacht ist, das Amplexum die Rolle des zweifach cyklodischen der drei Räume übernehmen, ohne dass dadurch die Glieder des Aggregats Q eine Aenderung ihrer Werthe erführen. Es bliebe nach wie vor $Q = p-1 = 1$. Wären statt zweier beliebig viele solcher Ringflächen gegeben, gleichviel ob in seclusiver oder inclusiver Stellung, ob verkettet oder nicht, so würde sich offenbar stets $Q = p-1$ ergeben

8. Die Figuren 19 und 20 enthalten zusammengenommen vier Complexe, nämlich zwei ringartige Körper und zwei cyklische Linien, letztere jede mit einem effectiven Punkte. Die Oberfläche des einen Ringkörpers (Fig. 19) ist periphraktisch und zweifach cyklodisch, der eingeschlossene Raum einfach cyklodisch. Der andere, polyëdrisch gestaltet, besitzt 20 Ecken, 30 Kanten und 12 Flächen, wovon zwei einfach cyklodisch. Das Amplexum ist vierfach cyklodisch Hier ist $a = A = 22$; $b = 32$, $\varkappa' = 0$, $B = 32$; $c = 13$, $\varkappa_1'' = 2$, $\varkappa_2'' = 1$, $\varkappa_3'' = 1$, $\pi_1 = 1$, $C = 10$; $d = 3$; $\varkappa_1''' = 1$, $\varkappa_2''' = 1$, $\varkappa_3''' = 4$, $D = -3$; $p = 4$. Mithin

$$Q = 22-32+10+3 = 3$$

$$p-1 = 3$$

9. Der leere complexlose unendliche Raum allein sei gegeben. Dann ist offenbar $A = B = C = 0$, $D = 1$, $p = 0$, also

$$Q = p-1 = -1$$

41.

Bevor wir zu weiteren Betrachtungen übergehen, mögen wir noch einen Blick auf den Zusammenhang der in Art. 33 zusammengestellten vier Speciai-

sätze mit unserem letzten Satze Art. 39 zurückwerfen, woran sich einige allgemeinere Bemerkungen von selbst anschliessen werden.

Die dort vorkommende Diakrise nämlich ist offenbar nichts anderes, als der (mit negativem Zeichen versehene) Inbegriff derjenigen Glieder der allgemeinen Census-Gleichung (32), welche sich auf die von der Zählung ausgeschlossenen, d. i. als nicht effectiv betrachteten Curien in jenen Partial-Complexen beziehen.

Insofern in jenen vier Sätzen jedesmal nur von Einem Complex die Rede ist, so haben wir uns bei dieser Vergleichung nur an die Form (12) des Census zu halten. Im ersten Satze ist nun $\theta = -(C-D)$, wo $C = c = 0$, $D = d = 1$, also $\theta = 1$; im zweiten ist $\theta' = -(C-D)$, wo $C = c = 1$, $D = d = 1$, also $\theta' = 0$; im dritten $\theta'' = D$ und $D = d = 1$, also $\theta'' = 1$; und im vierten $\theta''' = D$, wo $D = d = 2$ und somit $\theta''' = 2$.

Es springt von selbst in die Augen, dass wenn z. B. im zweiten Satze Flächen und Räume nicht als effective Constituenten gezählt werden, die Diakrise von solchen Abänderungen in den von der Zählung ausgeschlossenen Curien, welche sich innerhalb derselben compensiren, nicht berührt werden wird. Hätte man etwa der in diesem Satze vorausgesetzten Fläche eine oder mehrere andere innerhalb derselben linearen Umfangsgrenze beigesellt, so würde c und d, also C und D zugleich um Gleiches vergrössert werden, also θ' unverändert geblieben sein, und hätte man die Fläche — versteht sich unter Beibehaltung des unveränderten Zustandes aller Linien und Punkte — beseitigt, so wäre die Compensation durch Verringerung von c auf Null und Anwuchs von $\varkappa'''$ auf 1 erfolgt, weil der amplexe Raum durch die Abänderung einfach cyklodisch werden musste.

Es findet hierdurch die im Eingange des Art. 31 gemachte Bemerkung eine neue Begründung.

Die Constante 2 des Euler'schen Satzes ist mit der Diakrise θ''' des vierten jener Specialsätze identisch, und ebenso ist im Cauchy'schen Satze (s. Art. 35) die Zahl $P+1$ eine Diakrise. Wir sehen jetzt, vom Standpunkte der Gleichung (32) diese diakritischen Zahlen in dem Inhalte der Glieder der Census-Gleichung in der Weise aufgehen, dass sie sich sei es im Numerus oder in den Attributiven der Constituenten eingereiht finden.

Der Census stellt gleichsam eine Bilanz auf zwischen zwei Abtheilungen von Beitrags-Raten, welche aus den verschiedenen Gruppen von Elementen der Complexe, d. i. aus den Curien erhoben werden. Die Diakrise erscheint alsdann als der Ausschlag des nicht bestehenden Gleichgewichts, als ein Saldo oder Deficit. Die in unseren Census-Sätzen gewonnene Verallgemeinerung des Euler'schen Theorems hat uns aber gezeigt, wie die Diakrisen der auf tieferen Stufen der Allgemeinheit stehenden Formen des Census in den höheren Stufen gleichsam wie durch Deckung eines Deficits ihre Erledigung finden. Der Gedanke, ob in unserer zuletzt gefundenen Form des Census die Zahl $p-1$ nicht gleicherweise nur eine Diakrise darstelle, die durch geeignete Umgestaltung einer Deckung fähig wäre, und ob sich in der Bilanz nicht völliges Gleichgewicht herstellen lasse, wird uns durch diese Erwägungen nahe gelegt. Diesen Gedanken wollen wir in der nachstehenden weiteren Verallgemeinerung verfolgen, und wenn auch der Fingerzeig zu diesem Ziele nur als ein Spiel mit leeren, lediglich die Form des Census berührenden Bildern erscheinen könnte, so wird gleichwohl die in diesem Sinne zu gewinnende neue Form unseres Satzes nicht nur den Blick so zu sagen auf die metaphysische Seite des Census, sondern zugleich auch die situal-analytische Kraft desselben dahin erweitern, dass er neben endlichen, wie bisher, nun auch unendlich ausgedehnte Complexe in letzter Verallgemeinerung zu beherrschen vermag.

42.

Weitere Verallgemeinerung des Census.

In den bisherigen Untersuchungen musste ein Hauptaugenmerk auf die Cyklose und ihre numerische Ermittelung gerichtet sein. Wir haben zu dem Ende die Complexe nur aus Constituenten der drei ersten Curien bestehen lassen und sie so definirt, dass im Falle mangelnder Zusammenhänge der Congregate von Punkten, Linien und Flächen mehrere Complexe als existirend angenommen werden mussten. Der Fall ferner, wo eine Fläche ohne unendliche Ausdehnung einer Begrenzung durch Linien und Punkte ermangelte, den wir durch den Ausdruck Periphraxis bezeichneten, stellte sich unter der bisherigen Fassung des Begriffs der Complexe als ein leicht zu erledigender

singulärer Fall dar. Um zu einer ferneren Verallgemeinerung des Census zu gelangen, ist es zweckmässig und erforderlich, den Begriff des Complexes dahin zu modificiren, dass wir darunter den *Inbegriff aller zugleich und neben einander bestehenden Constituenten* verstehen, so dass jeweilig, auch wo bisher p Complexe vorhanden waren, nur von Einem Complex die Rede ist.

Diese neue Fassung des Begriffes „Complex" hat nun zur Folge

erstens, dass jeder gegebene Complex, mag es allein der eine Bestandtheil oder Constituent, nämlich der amplexe, ins Unendliche ausgedehnte Raum oder ausser ihm noch andere Bestandtheile, wie Linien, Flächen oder Räume sein, welche unendliche Ausdehnung besitzen, *unendlich* ist, und

zweitens, dass da, wo nach der früheren Begriffsbestimmung mehrere Complexe bestanden, die zeitherige Modalität der *Periphraxis*, welche auf gewisse Arten von Flächen beschränkt war, jetzt auch auf Constituenten der vierten Curie Anwendung findet, und somit ihr Vorkommen auf die dritte und vierte Curie zugleich erstreckt.

Die in Art. 39 besprochenen $p-1$ Verbindungslinien, welche das Amplexum oder andere Räume zwischen den p Complexen im früheren Sinne des Worts, die wir der Kürze wegen nunmehr Complexionen nennen wollen, gleichsam durchbohren, leisten in der vierten Curie dasselbe, was das Trema in der dritten. Die Räume, welche solche Verbindungslinien enthalten, erscheinen also vor dieser Diatrese periphraktisch, und um sie aperiphraktisch zu machen, müssen ihnen lineare Tremata ebenso ertheilt werden, wie einer periphraktischen Fläche, um sie aperiphraktisch zu machen, ein trematischer Punkt. Nach Ertheilung der $p-1$ Diatresen in der vierten Curie bleibt aber, so lange die Complexionen, wie bisher noch immer angenommen worden, keine ins Unendliche sich erstreckende Bestandtheile enthalten, offenbar das ins Unendliche ausgedehnte Amplexum noch einfach periphraktisch, und um diese letzte Periphraxis zu beseitigen, ist noch eine trematische Linie erforderlich, welche, von einem beliebigen Bestandtheile der p Complexionen aus, den unbegrenzten umgebenden Raum bis in unendliche Ferne durchbohrt, so dass also zur Beseitigung sämmtlicher Periphraxen der vierten Curie bei p gegebenen endlichen Complexionen p Diatresen erfordert werden.

Wir fügen den periphraktischen Zahlen im Attributiv der dritten Curie

der Concinnität wegen (wie den cyklodischen Zahlen in der zweiten Curie) einen Accent bei und bezeichnen die den einzelnen Räumen zukommenden periphraktischen Zahlen durch π_1'', π_2'', π_3'' u. s. w., deren jede sowohl Null als jede ganze positive Zahl bedeuten kann, so sind diese Zahlen, deren Summe $\pi'' = p$ ist, in das Attributiv der Constituenten der vierten Curie aufzunehmen, wie die Zahlen π_1', π_2', π_3' u. s. w. und ihre Summe π' in das Attributiv der dritten Curie aufgenommen worden ist.

Die bisherige allgemeine Census-Gleichung (33) geht nach dieser Interpretation des Theiles p in der als Diakrise betrachteten Grösse $p-1$ nunmehr in diese über:

$$(a - \varkappa^0) - (b - \varkappa') + (c - \varkappa'' + \pi') - (d - \varkappa''' + \pi'') = -1 \qquad (34)$$

43.

Der Effect der $p-1$ Verbindungslinien zwischen den p endlichen Complexionen, d. h. der Effect der ihnen entsprechenden $p-1$ Diatresen ist in dem Beweise des Satzes Art. 39 erörtert und erledigt. Es bleibt nur noch die Wirkung der im vorigen Art. besprochenen letzten der p oder π'' trematischen Linien zu erwägen, welche den amplexen Raum in den aperiphraktischen Zustand zu versetzen erforderlich ist.

Diese Linie führt uns auf das Unendliche und macht die Berücksichtigung der ersten jener beiden im vorigen Art. hervorgehobenen neuen Wirkungen der Modification in Begriff des Complexes ebenso nothwendig, als die der zweiten. Sie soll ihren einen Endpunkt, wie die übrigen $p-1$ trematischen Linien in einem Constituenten der drei ersten Curien, den andern aber im Unendlichen finden. Für den ersten Punkt wiederholt sich die Unterscheidung derjenigen Fälle, welche im Beweise des Satzes Art. 39 für jeden Endpunkt der $p-1$ Combinationslinien nöthig geworden. Die Folge der Einführung der neuen Linie ist einerseits ein Augment 1 im Werthe von b, andrerseits aber wenn ihr Ausgangspunkt in einem der a vorhandenen effectiven Punkte des Complexes liegt, Null, oder wenn er auf einer effectiven Linie liegt, ein Augment 1 in den Werthen von A und B zugleich, oder endlich, wenn er auf einer effectiven Fläche liegt, ein Augment 1 im Werthe von A und ein De-

crement 1 im Werthe von C: in jedem Falle also ein Decrement 1 im Werthe von Q. Der andere Endpunkt, welcher im Unendlichen liegen soll, muss mithin im Aggregate Q augmentativ als 1 gezählt werden, wodurch sich herausstellt, dass das räumlich Unendliche die Rolle eines Punktes spielt, der in unendlicher Ferne liegt und mit welchem diese trematische Linie den Inbegriff der p Complexionen zu verbinden hat.

44.

Der allgemeine Census in seiner finalen Gestalt.

Es geht aus dieser Betrachtung hervor, dass wir das räumlich Unendliche als einen in unendlicher Ferne gelegenen virtuellen Punkt zu betrachten haben, der unter den Attributiven des Census ebenso nothwendig eine Aufnahme erheischt, wie die Cyklose und die Periphraxis, und dass wir folgerichtig die in der Gleichung (34) noch übrige diakritische Zahl -1 in der Bedeutung des räumlich Unendlichen zunächst in das Attributiv der vierten Curie aufnehmen müssen. Es stellt sich aber leicht heraus, dass gleichwie die Ordnungszahl der Cyklose im Attributiv der zweiten Curie und die Ordnungszahl der Periphraxis im Attributiv der dritten Curie nur die Werthe 0 oder 1 annehmen können, ebenso hier der censuelle Werth der Ausdehnung ins Unendliche ausser 1 auch 0 sein kann, nämlich in dem Falle, wo gar Nichts, also auch kein unendlicher Raum gegeben wäre, und somit auch der Numerus in der vierten Curie wie in allen übrigen gleich Null gesetzt werden müsste. Bedeutet also ω entweder 0 oder 1 und bezeichnen wir dadurch das Attribut der Ausdehnung ins Unendliche, so erhalten wir, indem wir jetzt $\varkappa^0$, welches stets $= 0$, weglassen, und in den bisherigen Zeichen für die Cyklose und die Periphraxis einen Accent weniger schreiben, folgende *allgemeinste* oder finale Form für die Census-Gleichung.

$$a-(b-\varkappa)+(c-\varkappa'+\pi)-(d-\varkappa''+\pi'-\omega) = 0 \qquad (35)$$

Abgesehen von dem eben berührten ganz singulären Fall, wo ω zugleich mit allen in dieser Gleichung vorkommenden Grössen Null wird, hat ω durchweg den Werth 1, durch welchen im Censusdas Unendliche in den Attributiven verwerthet wird. Den in unendlicher Ferne zu denkenden, das Un-

endliche repräsentirenden Punkt nennen wir das *Stigma*. Er ist es zuvörderst, in welchem die das Amplexum auf den aperiphraktischen Zustand zuzückführende trematische Linie ihren Endpunkt findet, zugleich aber ist das Stigma auch als die gemeinsame Grenze aller in einem räumlichen Complex etwa vorkommenden ins Unendliche sich erstreckenden Constituenten der zweiten und dritten Curie zu betrachten, so dass nach Einführung des unter ω in Rechnung gebrachten Stigmas der Census in seiner nunmehrigen Gestalt von selbst seine Geltung auch auf den Fall erstreckt, wo die Ausdehnung irgend welcher Constituenten ins Unendliche Platz greift. Statt zu sagen, eine Linie (gerade oder krumm), eine Fläche (eben oder gekrümmt) dehnt sich nach einer oder zwei oder beliebig viel Seiten ins Unendliche aus, ist nunmehr der Ausdruck gestattet: sie endet oder findet ihre Grenze nach diesen Seiten hin in dem Stigma, welches in allen solchen Fällen stets mit dem Werthe 1 in Rechnung kommt. Die anfänglich gestellte Bedingung, dass in den drei ersten Curien nur Constituenten von endlicher Ausdehnung vorkommen dürfen, ist also in der gegenwärtigen finalen Fassung des Census-Theorems gleichsam ohne unser Zuthun weggefallen. Auch bleibt der Begriff des amplexen Raumes, der bisher als durch die Ausdehnung ins Unendliche vor allen übrigen Constituenten bevorzugt scheinen durfte, und wie jetzt erhellt zugleich stets periphraktich war, durch den neuen und erweiterten Begriff des Complexes nicht unbeeinflusst. Nicht nur, dass durch die unendliche Ausdehnung von Linien und Flächen die räumliche Cyklose und Periphraxis zu neuen Ordnungszahlen gelangen, durch unendliche Constituenten der dritten Curie können sogar zwei oder mehr unendlich ausgedehnte Constituenten der vierten Curie erwachsen, deren jeder von nun ab auf die zeitherige Benennung „Amplexum" Anspruch machen kann. Die Singularität des sog. Amplexums in dem früheren minder allgemeinen Falle, wo unendlich ausgedehnte Constituenten in den drei niederen Curien noch ausgeschlossen waren, gegenüber den im Complex enthaltenen übrigen Constituenten der vierten Curie fällt demnach jetzt so gut wie völlig weg [1]). Gleichwohl mag die Benennung ihrer Bequemlichkeit wegen selbst für mehrere ins Unendliche ausgedehnte Raumtheile zugleich beibehalten werden.

1) Vgl. Art. 18, Anmerkung.

Nach dieser letzten Verallgemeinerung lässt sich der Inhalt der Census-Gleichung (35) dahin aussprechen:

LEHRSATZ. *In einem gegebenen, beliebig wie beschaffenen räumlichen Complex ist die Summe der mit abwechselnden Zeichen versehenen vier Beitragszahlen aus den vorhandenen Punkten, Linien, Flächen und Räumen, welche innerhalb jeder dieser vier Curien aus der Anzahl der Bestandtheile und den aus den Modalitäten der Cyklose, der Periphraxis und der Ausdehnung ins Unendliche ermittelten Attributiven erhalten werden, gleich Null.*

45.

Beispiele.

Indem wir so durch die Gleichung (35) auf dem Stadium der umfassendsten Allgemeinheit des Census angelangt sind, durch welche derselbe auf einen beliebigen räumlichen Complex mit begrenzten oder unbegrenzten Constituenten Anwendung findet, bleibt uns nur übrig, den Umfang dieser Allgemeinheit wiederum durch Aufführung einiger Beispiele noch anschaulicher zu machen.

Wir stellen die finale Gleichung (35) auch jetzt noch, wie die früheren Ausdrücke des Census, in der summarischen Form

$$A - B + C - D = 0$$

dar, wo nunmehr

$$A = a$$
$$B = b - \varkappa$$
$$C = c - \varkappa' + \pi$$
$$D = d - \varkappa'' + \pi' - \omega$$

sein wird, und ermitteln in den concreten Fällen der nachfolgenden Beispiele, wie früher, die numerischen Werthe der vier Glieder A, B, C, D und hieraus den Werth Q des Aggregats $A - B + C - D$, welcher, sobald er sich gleich Null herausstellt, unser Theorem verificirt.

1. Der in Fig. 59 dargestellte Complex bietet 88 effective Punkte, 132 Linien oder Kanten, 36 Flächen, wovon 2 einfach cyklodisch, und 2 mehrfach cyklodische Räume, einen inneren begrenzten und einen äusseren amplexen periphraktischen unbegrenzten, dar. Zur Ermittelung der Raumcyklose

dient das in Fig. 60 dargestellte Diagramm, in welchem wir nach Art. 21 finden $k = 9$, $l = 14$ also $\varkappa = 14 - 9 + 1 = 6$, oder nach Art. 22 die Zahl der Binnenfelder $= 12$, der Traversen $= 6$, also ebenso $\varkappa = 6$. Beide Räume sind demnach 6 fach cyklodisch. Man hat also $A = a = 88$; $B = b = 132$; $c = 36$, $\varkappa_1' = 1$, $\varkappa_2' = 1$, $C = 34$; $d = 2$, $\varkappa_1'' = 6$, $\varkappa_2'' = 6$, $\pi_2' = 1$, $\omega = 1$, $D = -10$, und somit

$$Q = 88 - 132 + 34 + 10 = 0.$$

In diesem Beispiele kam noch, wie in allen früher aufgeführten, das Attribut des Unendlichen dem Amplexum allein zu. Die Zahl solcher Fälle zu vermehren, wie sie sich leicht würden erfinden oder aus Art. 31, 35, 40 entlehnen lassen, würde jetzt nur von geringerem Interesse sein, und führen wir deshalb ausser dem im Vorhergehenden wiederholentlich berührten Fall des leeren unendlichen Raumes hauptsächlich noch solche auf, in welchen mehrere Constituenten an der Ausdehnung ins Unendliche Theil nehmen.

2. Wenn der leere unendliche Raum allein den gegebenen Complex bildet, so wird jetzt $A = B = C = 0$; $d = 1$, $\varkappa'' = 0$, $\pi' = 0$, $\omega = 1$, $D = 1 - 1$ und $Q = 0$. Während hier D verschwindet, indem d und ω zugleich den Werth 1 annehmen, geschieht dasselbe im Falle $d = 0$ dadurch, dass nun auch $\omega = 0$ wird.

3. Es sei ein Punkt gegeben und eine von ihm ausgehende gerade oder krumme, sich nirgend selbst durchkreuzende endlose Linie. Dann ist $a = A = 1$; $b = B = 1$; $C = 0$; $d = 1$, $\varkappa'' = \pi' = 0$, $\omega = 1$, $D = 0$, und demnach $Q = 1 - 1 = 0$.

4. Eine auf beiden Seiten ins Unendliche sich erstreckende sich nicht selbst durchkreuzende Linie ist gegeben; z. B. eine unbegrenzte gerade Linie, Parabel, Logistik, Schraubenlinie u. s. w. Dann ist $a = A = 0$; $b = B = 1$; $C = 0$; $d = 1$, und da nunmehr der amplexe Raum offenbar einfach cyklodisch, ausserdem aber noch wie vorhin aperiphraktisch ist, $\varkappa'' = 1$, $\pi' = 0$, $\omega = 1$, $D = -1$, also $Q = -1 + 1 = 0$.

5. Nehmen wir auf der Linie des vorigen Beisp. noch einen effectiven Punkt an, so werden a und b zugleich um 1 grösser, und es wird $Q = 1 - 2 + 1 = 0$. Da es gleichgültig, ob die zwei an dem effectiven Punkte zusammentretenden Linearelemente den Winkel 180^0 mit einander bilden oder nicht,

so kann auch der vorliegende Complex als aus dem 3. Beisp. dadurch hervorgehend angesehen werden, dass wir von dem gegebenen Punkt statt einer zwei ins Endlose sich erstreckende, aber nirgend Durchschnitts- oder Berührungspunkte bildende, übrigens beliebig gestaltete Linien annehmen. In den numerischen Werthen des 3. Beisp. wächst alsdann b und $\varkappa''$ zugleich um 1, so dass wiederum $Q = 1-2+1 = 0$. Offenbar muss durch jede neu hinzutretende derartige Linie b und $\varkappa''$ zugleich um 1 steigen. Durch m unbegrenzte in Einem Punkt sich kreuzende Linien entsteht ein Complex der vorliegenden Art mit $2m$ Linien, wo $a = 1$, $b = 2m$, $d = 1$, $\varkappa'' = 2m-1$, $\omega = 1$ und $Q = 0$. Man sieht, wie der Raum z. B. durch drei in ihm gezogene Coordinatenaxen 5 fach cyklodisch wird. In der That kann sein Diagramm durch die Ecken und Kanten eines Würfels dargestellt werden, woraus nach Art. 21 oder 22 die 5 fache Cyklose erhellt.

6. Es haben n Linien von der vorigen Art und n' Linien von endlicher Länge Einen gemeinsamen Ausgangspunkt. Dann besteht der Complex aus $1+n'$ Punkten, $n+n'$ Linien und der amplexe Raum ist aperiphraktisch, $n-1$ fach cyklodisch. Also $a = A = 1+n'$; $b = B = n+n'$; $C = 0$; $d = 1$, $\varkappa'' = n-1$, $\pi' = 0$, $\omega = 1$, $D = -n+1$, und

$$Q = 1+n'-n-n'+n-1 = 0.$$

7. Ein Polyëder mit 24 Flächen und 14 Ecken (Fig. 61) etwa das in der Krystallographie sogenannte Tetrakishexaëder sei gegeben. Von dem Mittelpunkt des Polyëders führen gerade Linien je eine nach einem mitten auf jeder der dreieckigen Seitenflächen gelegenen Punkte, und von jeder Polyëderecke aus geht eine radiale Linie bis ins Unendliche. Auch ohne dass wir in der Figur die 24 inneren und 14 äusseren Linien darstellen, wird sich der Census für diesen Complex leicht ausfindig machen lassen. Das Polyëder allein betrachtet besitzt 14 Ecken, 36 Kanten und 24 Flächen. Die 24 Linien im Innenraum haben in der Mitte des Körpers einen gemeinsamen Anfangspunkt, und jede einen Endpunkt auf einer Seitenfläche, welche durch diesen Endpunkt einfach cyklodisch wird. Der Innenraum selbst wird, wie aus den vorigen Beispielen hinreichend erhellt, 23 fach cyklodisch, die 14 von den Körperecken ausgehenden endlosen Linien des Aussenraums aber aber machen diesen Raum 13 fach cyklodisch. Wir finden somit $a = A = 1$

$+24+14=39$; $b=B=24+36+14=74$; $c=24$, $\varkappa'=24$, $C=0$, $d=2$, $\varkappa_1''=23$, $\varkappa_2''=13$, $\omega=1$, $D=-35$. Folglich

$$Q=39-74+0+35=0.$$

8. Würde die polyëdrische Oberfläche des Innenraums durch eine Kugelfläche ersetzt ohne effective auf ihr liegende Linien, aber nach wie vor die 24 Endpunkte der inneren, wie die 14 Anfangspunkte der äusseren radialen Linien enthaltend, so träte bloss eine Aenderung im Bestand der zweiten und dritten Curie ein, indem durch Wegfall der 36 Polyëderkanten $b=24+14=38$, und durch Austausch der 24 einfach cyklodischen Polyëderflächen gegen eine durch 38 effective Punkte 37 fach cyklodisch gewordene Kugelfläche $c=1$, $\varkappa'=37$ werden muss. Indem also B und C zugleich um 36 verringert werden, bleibt $Q=0$.

9. Zwei Linien im Raum, die eine beiderseits endlos, die andere mit 2 effectiven Endpunkten, weder einander noch sich selbst kreuzend oder berührend, sonst aber beliebig gestaltet, sind gegeben. Im einfachsten concreten Falle mag man sich beide Linien gerade denken. Der amplexe Raum ist jetzt einfach periphraktisch und einfach cyklodisch und es ist $a=A=2$; $b=B=2$; $C=0$; $d=1$, $\varkappa''=1$, $\pi'=1$, $\omega=1$, $D=0$ und $Q=2-2=0$. Durch Hinzufügung jeder neuen isolirten endlichen Linie würde a um 2, b um 1 und π' um 1 zunehmen und $Q=0$ bleiben. Vereinigte man die Endpunkte der endlichen von beiden Linien zu Einem effectiven Punkte, so würde a um 1 ab- und $\varkappa''$ um 1 zunehmen. Jede neue solche in sich zurückkehrende Linie mit einem effectiven Punkte würde eine Vergrösserung von a und b, so wie von $\varkappa''$ und π' um 1 zur Folge haben, wodurch Q unverändert $=0$ bliebe. Entzöge man der in sich zurückkehrenden Linie den einen effectiven Punkt, wodurch sie cyklisch würde, so würden sich die Aenderungen in a und $\varkappa$ wiederum compensiren. Jeder neue lineare Cyklus würde b und $\varkappa$, so wie $\varkappa''$ und π' um 1 vergrössern und dadurch Q unverändert lassen. Verschlingungen und Verkettungen solcher Linien unter sich und mit der endlosen Linie in beliebiger Complication würden hierbei irrelevant sein, da sie sich durch Anathese sofort beseitigen liessen.

10. Durch Verlängerung der endlichen Linie nach einer Seite bis ins

Unendliche würde dem Complex ein effectiver Punkt, zugleich aber dem amplexen Raum die Periphraxis entzogen, weil beiden Linien Ausdehnung ins Unendliche zukommt, d. i. weil dieselben durch das Stigma mit einander zusammenhängen. Die Raum-Cyklose ist auch jetzt noch einfach. Jede neue solche Linie mit Anfangspunkt und ohne Ende würde nur a und b zugleich um 1 vergrössern und somit Compensation im Census bewirken.

11. Geben wir der zweiten Linie wie der ersten unendliche Ausdehnung nach beiden Seiten, wie z. B. bei zwei parallelen endlosen geraden Linien der Fall wäre, so hätte man $a = A = 0$; $b = B = 2$; $C = 0$, $d = 1$, $\varkappa'' = 2$, $\pi' = 0$, $\omega = 1$, $D = -2$ und $Q = 2-2 = 0$. Für n beiderseits ins Unendliche reichende Linien im Raum, gerade oder in beliebiger Krümmung, in beliebiger gegenseitiger Lage, aber ohne effective Punkte, wäre $A = 0$, $b = B = n$, $C = 0$, $d = 1$, $\varkappa'' = n$, $\pi' = 0$, $\omega = 1$, $D = -n$ und $Q = n - n = 0$.

12. Von drei Linien der eben gedachten Art, Fig. 62, geht die eine EF durch eine Kugel S hindurch, die zweite GH berührt sie in einem Punkte, die dritte K geht in Distanz an ihr vorüber. Der Complex hat 3 Punkte, 6 Linien, 1 Fläche und 2 Räume. Die Kugelfläche ist durch 3 effective Punkte zweifach cyklodisch, der innere Kugelraum vermöge des in ihm befindlichen Stücks der Linie EF einfach cyklodisch. Die Cyklose des äusseren Raums wird aus dessen Diagramm erkannt, welches man in einer seiner Gestalten z. B. dadurch erhält, dass man von einem Punkte diesseits der Fig. 62 durch die mit e, f, g, h, k bezeichneten Regionen nach einem Punkte jenseits Linien gezogen denkt, wodurch sich (wie in Fig. 63) 5 Züge und 2 Ausgänge oder — ohne Traversen — 4 Binnenfelder herausstellen. Der äussere Raum ist also 4 fach cyklodisch. Somit ist $a = A = 3$; $b = B = 6$; $c = 1$, $\varkappa' = 2$, $C = -1$; $d = 2$, $\varkappa_1'' = 1$, $\varkappa_2'' = 4$, $\pi' = 0$, $\omega = 1$, $D = -4$. Also

$$Q = 3-6-1+4 = 0.$$

Fügen wir noch eine ganz isolirte Kugel ohne effectiven Punkt hinzu, so wird eine acyklodische periphraktische Fläche und ein acyklodischer aperiphraktischer Raum, sowie eine einfache Periphraxis des Amplexums hinzutreten. Es wird jetzt $a = A = 3$; $b = B = 6$; $c = 2$, $\varkappa_1' = 2$, $\pi_2 = 1$,

$C=1$; $d=3$, $\varkappa_1''=1$, $\varkappa_2''=4$, $\pi'=1$, $\omega=1$, $D=-2$, und somit

$$Q=3-6+1+2=0.$$

Durch Hinzufügung jeder neuen solchen isolirten Kugel würden C und D zugleich um 2 wachsen, indem c, π, d und π' um 1 zunehmen.

13. Eine nach allen Seiten unbegrenzte Ebene theilt den ganzen unendlichen Raum in 2 gesonderte unbegrenzte Theile. Es ist $A=0$, $B=0$, $c=C=1$, $d=2$, $\omega=1$, $D=1$. Also $Q=1-1=0$. Ziehen wir in der Ebene eine gerade endlose Linie, so zerfällt die Ebene in 2 Stücke, b und c wachsen um 1, und Q bleibt $=0$. Nehmen wir das eine Flächenstück weg, so nehmen c und d zugleich um 1 ab.

Zwei sich kreuzende unbegrenzte Ebenen ergeben eine unbegrenzte Linie, 4 Flächen und 4 Räume, und somit $A=0$, $b=B=1$; $c=C=4$; $d=4$, $\omega=1$, $D=3$; also $Q=-1+4-3=0$. Durch Wegnahme einer der 4 Flächen wird $C=3$, $d=3$, $\omega=1$, $D=2$ und $Q=-1+3-2=0$. Statt der drei von der gemeinsamen Linie ausgehenden nach einer Seite unendlich ausgedehnten Ebenen kann man deren n annehmen und es wird offenbar $A=0$, $B=1$, $C=n$, $d=n$, $\omega=1$, $D=4-1$ und $Q=-1+n-n+1=0$.

Durch einen in der Linie angenommenen effectiven Punkt steigt A und B zugleich um 1 und Q bleibt Null.

Drei sich kreuzende unbegrenzte Ebenen (Coordinaten-Ebenen) ergeben 1 Punkt, 6 Linien, 12 Flächen, 8 Räume, also $a=A=1$; $b=B=6$; $c=C=12$, $d=8$, $\omega=1$, $D=7$. Also $Q=1-6+12-7=0$.

Alle diese Fälle gestatten, ohne Einfluss auf die numerischen Elemente, die vorkommenden Ebenen und geraden Linien durch krumme Flächen und Curven zu ersetzen, wenn diese nur wie jene sich nicht in neuen Punkten oder Linien kreuzen oder berühren.

14. Die Spitze oder der Mittelpunkt einer vollständigen (doppelten) Kegelfläche, Fig. 64, liege im Inneren einer Kugel, die durch sie in zwei cyklischen Linien durchschnitten werde. Der Complex enthält alsdann 1 Punkt, 2 cyklische Linien, 7 Flächen, von denen 3 der Kugel, 4 dem Kegel angehören, 6 Räume, wovon 3 innerhalb und 3 ausserhalb der Kugel liegen. Man hat also $a=A=1$; $b=2$, $\varkappa_1=1$, $\varkappa_2=1$, $B=0$; $c=7$, $\varkappa_1'=\varkappa_2'=0$, $\varkappa_3'=\varkappa_4'=1$, $\varkappa_5'=1$, $\varkappa_6'=1$, $\varkappa_7'=1$, $\pi=0$, $C=4$; $d=6$,

$\varkappa_1'' = \varkappa_2'' = 0$, $\varkappa_3'' = 1$, $\varkappa_4'' = \varkappa_5'' = 0$, $\varkappa_6'' = 1$, $\pi' = 0$, $\omega = 1$, $D = 3$, und mithin

$$Q = 1 - 0 + 2 - 3 = 0.$$

15. An einem Würfel erweitern wir alle Flächen allseitig ins Unendliche, im Innern des Würfels sei eine isolirte Kugel enthalten. Dieser Complex hat 8 Punkte, die Würfelecken, jede der 12 Würfelkanten gibt mit 2 Verlängerungen 3 Linien, im Ganzen 36 Linien, in der Ebene jeder Würfelseite liegen 9 Flächen, im Ganzen sind also, die Kugelfläche mitgezählt, 55 Flächen vorhanden. Die Kugelfläche ist periphraktisch. Das Innere des Würfels zerfällt in 2 Räume, einen innerhalb der Kugel, acyklodisch und aperiphraktisch, und einen die Kugel umgebenden, periphraktisch acyklodisch. Der amplexe Raum zerfällt in 6 den Würfelseiten, 12 den Würfelkanten und 8 den Würfelecken anliegende Räume, alle ins Unendliche ausgedehnt, acyklodisch und aperiphraktisch. Der Census ergibt also $a = A = 8$; $b = B = 36$; $c = 55$, $\varkappa' = 0$, $\pi = 1$, $C = 56$; $d = 28$, $\varkappa'' = 0$, $\pi' = 1$, $\omega = 1$, $D = 28$. Also

$$Q = 8 - 36 + 56 - 28 = 0.$$

Fügen wir noch drei endlose gerade Linien hinzu, die sich unter einander rechtwinklig und den Würfelkanten parallel in einem Punkte innerhalb der Kugel kreuzen, so wächst die Zahl der Punkte um 13, der Linien um 18. Flächen und Räume ändern zwar nicht ihre Zahl, aber ihr Attributiv. Die Kugelfläche verliert ihre Periphraxis und erlangt 5fache Cyklose. Jede der 6 Würfelseiten wird einfach cyklodisch. Der im Würfel enthaltene, die Kugel umgebende Raum wird aperiphraktisch und nimmt ebenso wie der Innenraum der Kugel 5fache Cyklose an. Von den 26 den Würfel umgebenden ins Unendliche reichenden Räumen werden die 6 den Würfelseiten entsprechenden einfach cyklodisch, die übrigen 20 bleiben acyklodisch. Es ergibt sich also nunmehr $a = A = 21$; $b = B = 54$; $c = 55$, $\varkappa_1' = 5$, $\pi_1 = 0$, $\Sigma\varkappa_2' = 6$, $C = 44$; $d = 28$, $\varkappa_1'' = 5$, $\varkappa_2'' = 5$, $\pi_1' = 0$, $\Sigma\varkappa_3''' = 6$, $\omega = 1$, $D = 11$. Folglich

$$Q = 21 - 54 + 44 - 11 = 0.$$

Diese Beispiele, die sich leicht durch noch complicirtere vermehren liessen,

mögen für den gegenwärtigen Zweck genügen. Die Anwendung des Census in verwickelten concreten Fällen kann nach den im Vorhergehenden dargelegten Regeln keinen weiteren Schwierigkeiten unterliegen.

46.

Wir schliessen diese Untersuchung mit der Bemerkung, dass sowie im Euler'schen Satze — wenn auch stillschweigend — nur acyklodische, aperiphraktische und endliche Bestandtheile in dem polyëdrischen Complex vorausgesetzt werden, das Theorem des Census in allen Stufen der Verallgemeinerung, auf welche wir dasselbe haben gelangen lassen, nach den gleich anfangs gemachten Feststellungen sich hinsichtlich des den Constituenten beigelegten Numerus nur auf den einfachsten Fall möglicher Voraussetzungen, nämlich auf die Annahme stützt, dass die Constituenten schlechthin gezählt werden oder dass jedem die positive reelle Einheit als Numerus zukomme. Wenn aber in gewissen Gebieten geometrischer oder topologischer Analyse die Constituenten mit anderen von neuen Modalitäten abhängigen Numerativen ausgerüstet werden (s. beispielsweise „Vorstudien" S. 870), so eröffnen sich damit für den Census auch nach dieser Seite hin noch fernere Erweiterungen, die jedoch von der vorliegenden Untersuchung, in welcher zunächst die Ausbildung desselben nach der Seite des Attributivs hin bezielt werden sollte, ganz ausgeschlossen bleiben mussten.

Anhang,

enthaltend die kurze Erklärung einiger in der Abhandlung gebrauchten neuen Benennungen.

Acyklodisch, nicht cyklodisch, s. Cyklose, cyklodisch (Art. 9).

Amplexum, der umgebende, ins Unbegrenzte ausgedehnte Raum (Art. 5).

Anathese, eine Umstellung der Complexe oder ihrer Theile ohne Eingriff in ihren Zusammenhang (Art. 18).

Aperiphraktisch, nicht periphraktisch, s. Periphraxis (Art. 24).

Attributiv, eine aus den Modalitäten der Cyklose, der Periphraxis und der unendlichen Ausdehnung abgeleitete Zahl (Art. 37).

Ausgang, in den Linear-Complexen jeder Punkt, in welchem mehr als zwei Linien (Züge) zusammentreffen (Art. 19).

Census, die Relation zwischen der Anzahl von Punkten, Linien, Flächen und körperlichen Räumen der Complexe und den Attributiven ihrer Bestandtheile.

Complex, jedes Aggregat von Punkten, Linien und Flächen ein- oder ausschliesslich der dadurch abgegrenzten körperlichen Räume (Art. 1 und 42).

Constituent, Bestandtheile eines Complexes (Art. 1).

Curie, Abtheilung oder Classe, zu welcher ein Constituent im Complex gehört, ob Punkt, oder Linie, oder Fläche, oder körperlicher Raum (Art. 1).

Cyklodisch, ringmässig zusammenhängend, anastomosirend (Art. 9).

Cyklose, ringmässiger Zusammenhang, Anastomose (Art. 9).

Diagramm, eine Linearcomplexion, auf welche ein Constituent durch allmälige Verengerung oder Retraction seiner Grenzen zurückgeführt wird (Art. 13 u. ff.)

Diakrise, eine von der Beschaffenheit des Complexes abhängige constante Zahl (Art. 26).

Dialyse, Auflösung oder Annullirung der Cyklose (Art. 9).

Diaphragma, oder Zwerchfläche, eine acyklodische, durch eine cyklische Linie begrenzte Fläche (Art. 7).

Diatrese, Aufhebung oder Annullirung der Periphraxis (Art. 24).

Effectiv heissen alle im Census zur Zählung kommenden Constituenten (Art. 2).

Felder, die einzelnen Flächenräume in einem auf eine Fläche projicirten Diagramm (Art. 19).

Flächen-Complex, ein Partial-Complex, in dessen Census nur die drei ersten Curien gezählt werden (Art. 26, 29, 30).

Linear-Complex, ein Partial-Complex, in dessen Census nur die zwei ersten Curien gezählt werden (Art. 26, 27, 28).

Monocentrisch, ein Diagramm mit einem einzigen Ausgang (Art. 20).

Periphraktisch, allseitig geschlossen, wie sphäroïdische Flächen oder rings umhüllende körperliche Räume (Art. 24, 42).

Periphraxis, Eigenschaft einer Fläche oder eines Raumes, wenn sie allseitig zusammenhängen und einen Complex oder Complextheil rings umhüllen. (Art. 24, 42).

Stigma, ein das räumlich Unendliche im Census repräsentirender virtueller Punkt (Art. 43).

Strecke, in einem Diagramm, die Stücke, in welche bei seiner Projection auf einer Fläche, die Züge durch die Traversen getheilt werden (Art. 19).

Traverse, in einem auf eine Fläche projicirten Diagramm die Punkte, in welchen sich zwei Züge überkreuzen, die sich im räumlichen Diagramm nicht schneiden (Art. 19).

Trema, der die Periphraxis einer Fläche auflösende oder annullirende Punkt (Art. 24).

Virtuell heissen Punkte, Linien, Flächen und Räume, wenn sie in Complexen als nicht effectiv gelten, oder nur zu Hülfe genommen werden, ohne im Census mitgezählt zu werden (Art. 2).

Zug, im Diagramm jeder lineare Weg zwischen zwei Ausgängen, der keinen Ausgang als Binnenpunkt enthält (Art. 19).

Zwerchfläche s. Diaphragma (Art. 7).

Verbesserungen.

S. 134 Zeile 1 v. o. *statt* $k=13$, $l=24$ *lies* $k=19$, $l=30$.
„ 136 „ 1 v. o. *statt* des Diagramms *lies* das Diagramm.
„ „ „ 10 v. o. *statt* [400] *lies* [300].
„ 138 „ 7 v. u. *statt* Fig. 45 *lies* Fig. 45a.
„ 141 „ 11 v. o. *statt* Fig. 50 *lies* Fig. 49.
„ 145 „ 7 v. o. und Zeile 3 v. u. *statt* (1) *lies* (2).
„ 158 „ 6 v. u. *statt* m *lies* m_r
„ 159 „ 14 v. u. *statt* $\mathfrak{E}$ *lies* $\mathfrak{E}_r$
„ „ „ 9 v. u. *statt* $(c+x''+u)$ *lies* $(c+x'''+u)$.

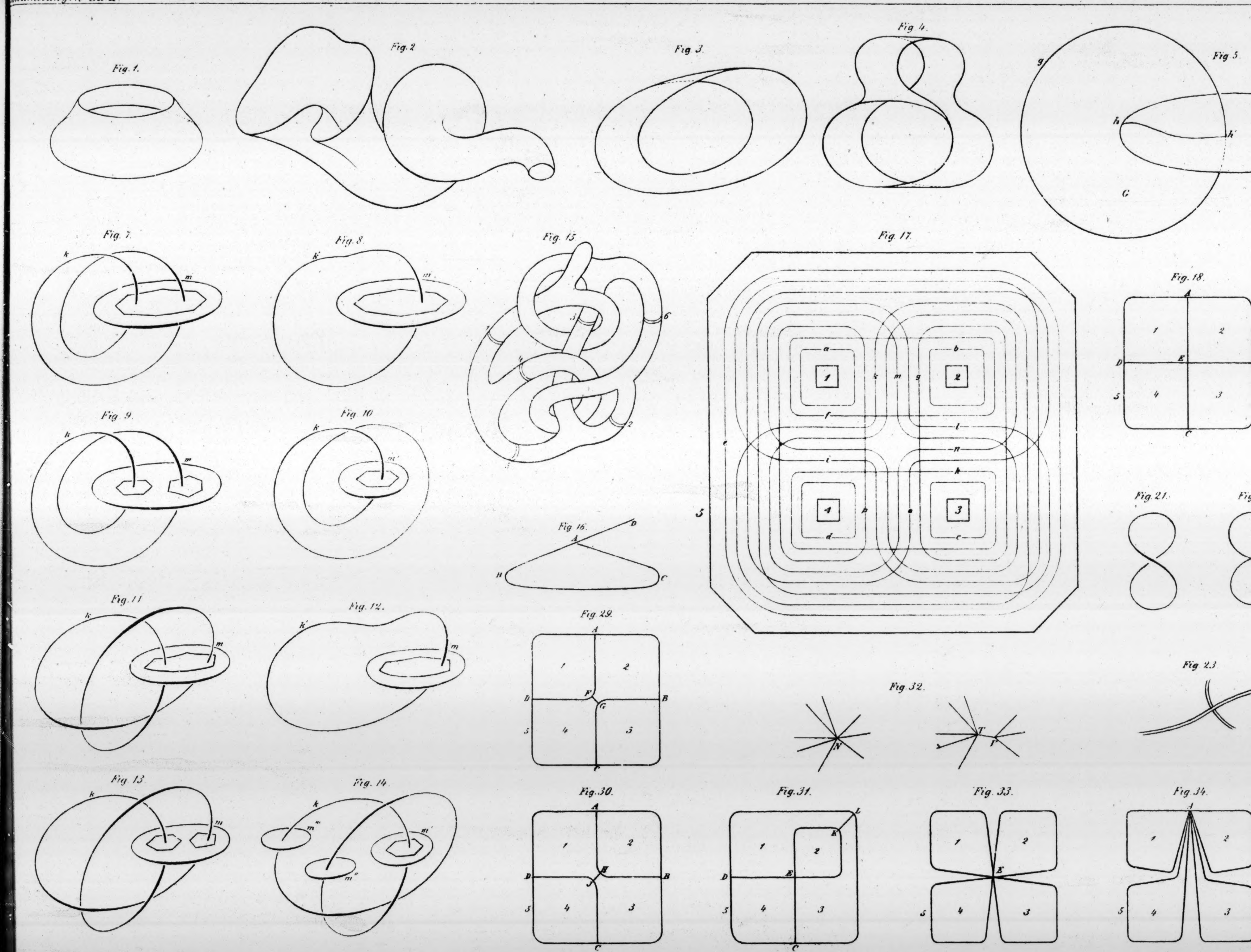


Fig. 1.
Fig. 2
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 15
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 9.
Fig. 10
Fig. 16.
Fig. 21.
Fig. 11
Fig. 12.
Fig. 29.
Fig. 32.
Fig. 23.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 33.
Fig. 34.

Taf. I. (Fig. 1 – 34.)

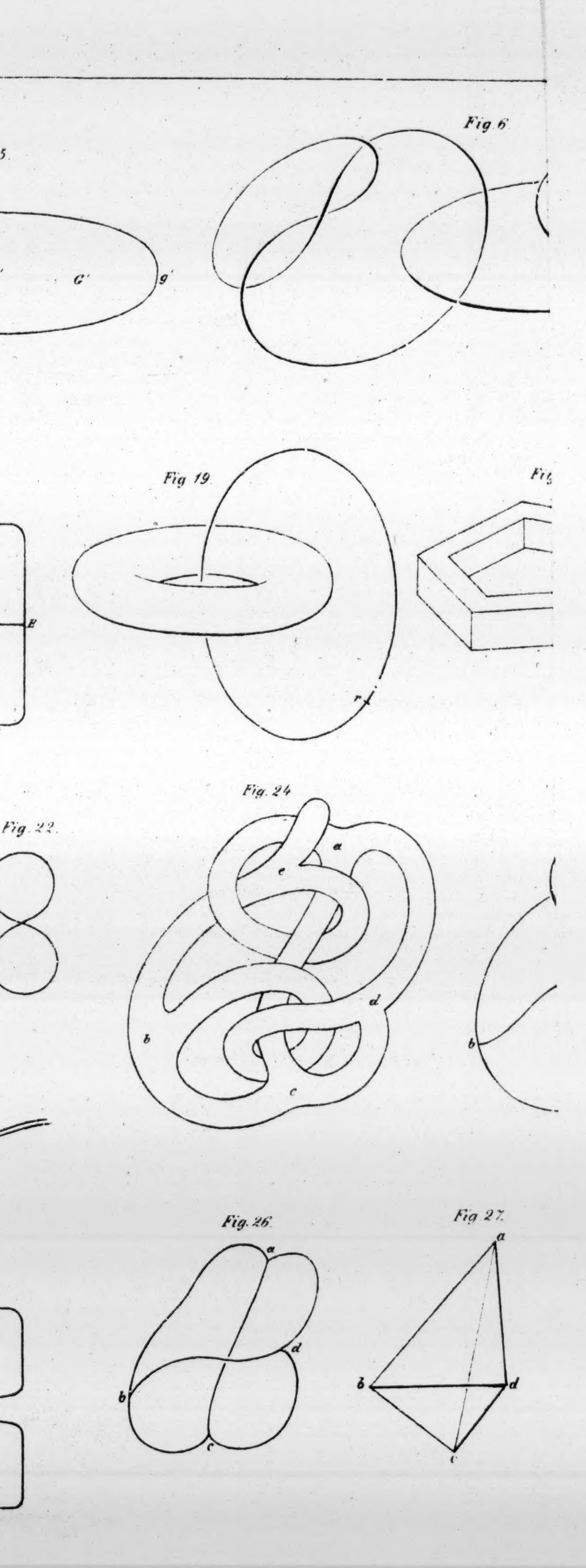


Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 18.

Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 23.

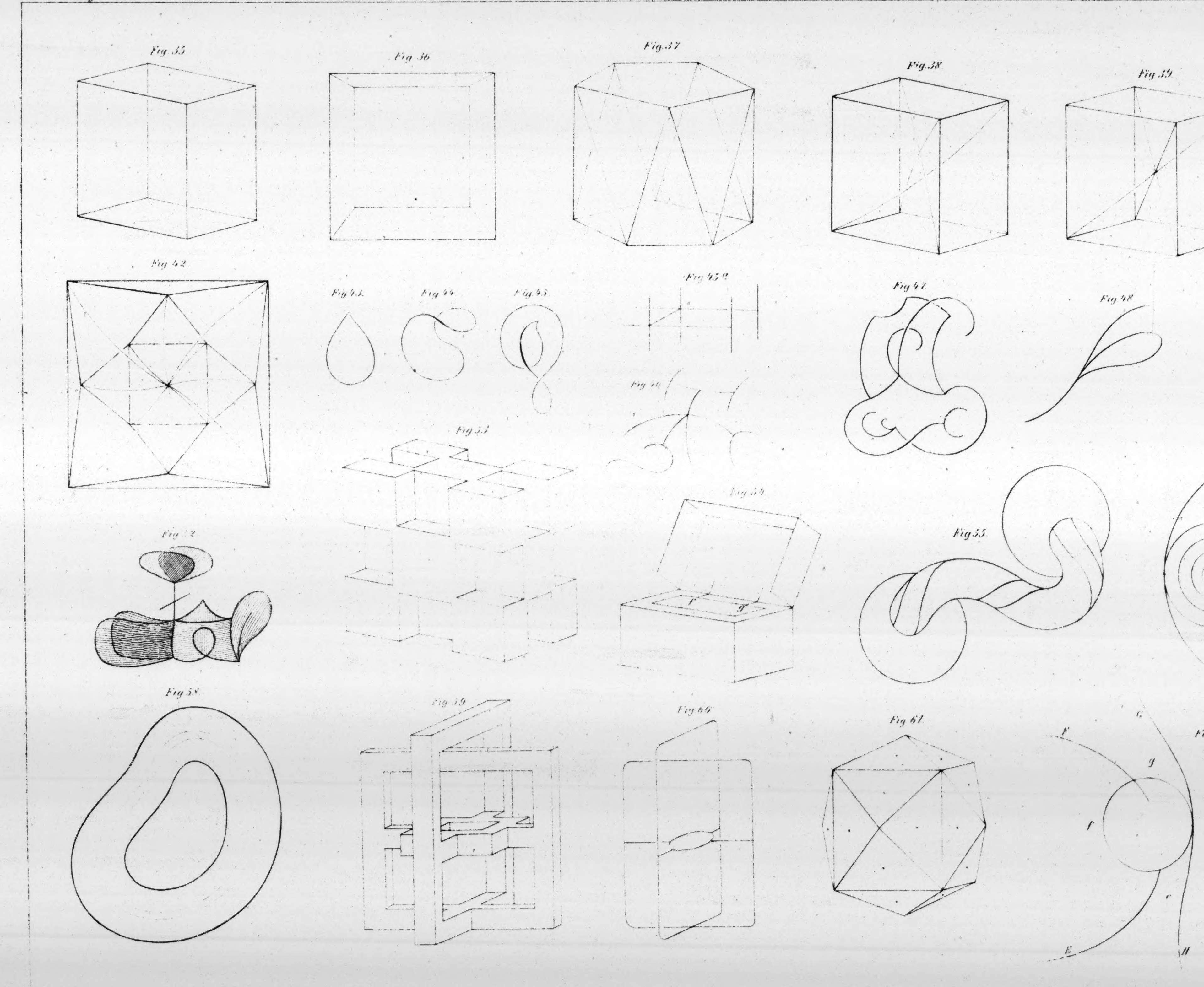
Fig. 26.

Fig. 27.

Fig. 28.

Fig. 34.

Lith. Anst. v. G. Honig Gotha


Fig. 35.
Fig. 36.
Fig. 37.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 42.
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 53.
Fig. 54.
Fig. 55.
Fig. 58.
Fig. 59.
Fig. 60.
Fig. 61.
f
g
F
G
E
H

Taf. II. (Fig. 35-64.)

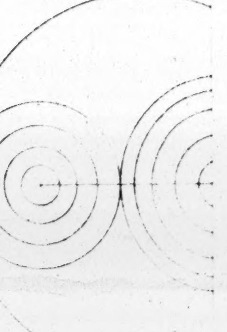


Fig. 38.

Fig. 39.

Fig. 40.

Fig. 41.

Fig. 47.

Fig. 48.

Fig. 49.

Fig. 50.

Fig. 51.

Fig. 55.

Fig. 56.

Fig. 57.

Fig. 61.

Fig. 62.

Fig. 63.

Fig. 64.

Ueber
Bahnbestimmungen von Planeten und Cometen aus verschiedenen Combinationen von Beobachtungen

von

Wilhelm Klinkerfues.

Der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften vorgelegt am 3ten Mai 1862.

Die Vorschriften welche Gauss in der Theoria motus für die Rechnungen der theorischen Astronomie gegeben hat, gelten noch jetzt, mehr als fünfzig Jahre nach dem Erscheinen des Werkes als Norm: denn das Bemerkenswertheste, welches nachher auf diesem Gebiete von verschiedenen Schriftstellern veröffentlicht ist, vervollkommnet die Theorie nicht in wesentlicher Beziehung. Die von Encke gegebene Modification der Gauss'schen Methode zu Berechnung einer Bahn aus drei geocentrischen Beobachtungen, deren Verdienst jeder Astronom gewiss anerkennen wird, bezweckt, wenn ich die Bemerkungen des Verfassers nicht falsch deute, nicht geradezu eine Abkürzung der zu der Bestimmung erforderlichen Arbeit, sondern nur eine Erleichtrung der Uebersicht bei dem Geschäfte, indem die der Eleganz förderlichen, hingegen eine ununterbrochene Einsicht in den Gang der Rechnung etwas erschwerenden geometrischen Betrachtungen von Gauss vermieden und durch analytische Entwickelungen ersetzt werden. Die Grundlage der Methode, nämlich die Einführung des Verhältnisses der Dreiecksflächen zwischen den Radien-Vectoren, welche Verhältnisse wenn sie gegeben sind, sogleich das Problem in aller Schärfe lösen, sonst aber durch successive Verbesserung so genau gefunden werden können, als man will, bleibt dieselbe. Es ist nicht möglich, zu sagen, welche Mittel einst die Wissenschaft besitzen wird, die

dem Problem der Bahnbestimmung eigenthümlichen Schwierigkeiten zu überwinden, für sicher aber kann es wohl gelten, dass noch für lange Zeit hin diese Grundlage der Lösung sich nicht wird durch eine andere mit Vortheil ersetzen lassen. Was aber im Uebrigen die Entwickelung der Vorschriften für solche Rechnungen betrifft, so hat man, wie mir scheint, *einem* Umstande eine geringe oder gar keine Beachtung geschenkt, der für sehr bedeutende Modificationen wohl gerade die stärkste Aufforderung enthält, nämlich, die seit dem Erscheinen der Theoria motus so erheblich veränderte und vervollkommnete Gestalt der astronomischen Jahrbücher und andere dem Astronomen jetzt zu Gebote stehende Erleichterungen. Der grosse Fortschritt, welchen das Berliner Jahrbuch von Encke gegen das seines Vorgängers zeigt, kann, ohne dem Verdienste von Bode zu nahe zu treten, als ganz unzweifelhaft gelten. Aehnliches gilt von dem Nautical Almanac in seiner neueren Gestalt im Vergleiche zum alten. Gewiss gibt es keinen Astronomen, der die Erleichterung, welche sie bei so vielen Rechnungen, z. B. bei der Reduction vom scheinbaren Orte auf den mittleren, oder der Berechnung von Ephemeriden bieten gern entbehrte und zu dem Frühern zurückkehrte. Und doch kann man behaupten, dass bei den so häufig vorkommenden Bahnbestimmungen der Planeten und Cometen diese Erleichterungen fast unbenutzt geblieben sind. Der Grund davon liegt darin, dass die bis jetzt bekannten Methoden vorzugsweise die Ekliptik als Fundamentalebene betrachten, wenn auch eine andere Fundamentalebene z. B. der Aequator nicht geradezu ausgeschlossen wird. Dass die Beziehung der Elemente auf die Ekliptik zu gewissen Zwecken Vortheile bietet, soll nicht geleugnet werden, doch sind dieselben weil doch auch die Ekliptik nicht unveränderlich ist in keinem Falle entscheidend. Die Hauptbestimmung erster Bahnelemente bleibt die Verfolgung des Gestirns durch die Ephemeride; für diese aber, da sie auf den Aequator bezogen wird, ist die Herleitung der Bahn für die Ekliptik und danach die Berechnung der Gauss'schen Constanten in Beziehung auf den Aequator ein offenbarer Umweg. Die Wahl des Aequators als Fundamentalebene empfiehlt sich noch mehr, wenn man bedenkt, dass alle Positionen unmittelbar in Rectascension und Declination erhalten werden, nie in Länge und Breite. Es kommt dabei noch zu Statten, dass die Reduction vom scheinbaren Ort des Gestirns auf den mittleren zu

Anfang des Jahres fast ohne Ausnahme sich von der des Vergleichsterns nur um eine äusserst kleine Grösse unterscheidet, daher diese Reduction ohne alles Bedenken meist ganz erspart werden kann; d. h. zu dem mittlern Ort des Vergleichsterns zu Anfang des Jahres wird man bloss den durch das Mikrometer gefundenen Abstand in Rectascension und Declination hinzuzufügen haben, um den von Präcession, Nutation und Aberration (der Fixsterne) befreiten Ort des Planeten oder Cometen zu erhalten, welchen eine mit Berücksichtigung der Aberration auszuführende Rechnung verlangt. Im Verlaufe dieser Abhandlung wird man noch andere Vortheile kennen lernen.

Es kann nun freilich die Frage aufgeworfen werden, ob nicht bei dieser Wahl der Fundamentalebene der Haupttheil der Rechnnug desto complicirter werden muss; die in den folgenden Untersuchungen entwickelten Methoden sind indessen, man mag den Aequator oder die Ekliptik wählen, ansehnlich kürzer, als die bisher bekannten; die Befürchtung einer grössern Complication erweist sich als unbegründet.

Jede Bahnbestimmung zerfällt in zwei Theile, die Berechnung der heliocentrischen Oerter aus den geocentrischen und in die Herleitung der Bahnelemente selbst. Was den zweiten Theil betrifft, so habe ich demselben, obgleich die so bequemen Formeln der theoria motus diese Aufgabe erledigen, doch einige Bemerkungen gewidmet. Es scheint nämlich die Anwendung des berühmten Lambert'schen Satzes über die Bewegung in Ellipsen von gleicher grosser Axe zuweilen vortheilhaft. Wenigstens fliesst daraus eine Methode für diese Bestimmung, welche sich durch grosse Einfachheit auszeichnet. Lagrange hat bei Gelegenheit der Mittheilung eines analytischen Beweises des Satzes auf seinen grossen Nutzen für practische Rechnungen aufmerksam gemacht.

Bestimmung der heliocentrischen Coordinaten eines Gestirns aus drei geocentrischen Beobachtungen.

Es seien

$t, \; t', \; t''$ die Beobachtungszeiten

$\alpha, \; \alpha', \; \alpha''$ die geocentrischen Rectascensionen oder Längen

$\delta, \; \delta', \; \delta''$ die geocentrischen Declinationen oder Breiten

$x, \; y, \; z$ die heliocentrischen Coordinaten zur Zeit t,

$x', \; y', \; z'$ die heliocentrischen Coordinaten zur Zeit t'
$x'', \; y'', \; z''$ „ „ „ „ „ t''
$X, \; Y, \; Z$
$X', \; Y', \; Z'$ die heliocentrischen Coordinaten des Beobachtungsortes zu den drei Zeiten.
$X'', \; Y'', \; Z''$

Wenn man sie auf den Aequator bezieht, so kann man leicht in Schärfe die Parallaxe des Gestirns berücksichtigen, indem man den aus dem Berliner Jahrbuche oder Nautical Almanac zu entnehmenden Erdcoordinaten, beziehungsweise X, Y, Z die Grössen

$$\frac{\pi}{206264{,}8} \cos\phi \cos H, \quad \frac{\pi}{206264{,}8} \cos\phi \sin H, \quad \frac{\pi}{206264{,}8} \sin\phi$$

hinzufügt. Hierbei ist die Sonnenparallaxe in Secunden gleich π, die Polhöhe des Beobachtungsortes gleich ϕ, die Sternzeit der Beobachtung gleich H gesetzt.

Es seien ferner

$v, \; v', \; v''$ die wahren Anomalien des Gestirns
$r, \; r', \; r''$ die Radien Vectoren
$\varrho, \; \varrho', \; \varrho''$ die Abstände vom Beobachtungsorte
$x_0, y_0, \; z_0$ die Coordinaten des Durchschnittspunktes der r und r'' verbindenden Sehne des Gestirns mit dem Radius Vector r'

Zur Abkürzung sei noch:

$$r'r'' \sin(v'' - v') = n$$
$$rr' \sin(v' - v) = n''$$
$$rr'' \sin(v'' - v) = n'$$
$$\frac{n}{n'} = c; \quad \frac{n''}{n'} = c''$$

Aus einer geometrischen Betrachtung zieht man leicht die Bemerkung, dass

$$\frac{x'}{x_0} = \frac{y'}{y_0} = \frac{z'}{z_0} = \frac{n + n''}{n'} = c + c''$$

$$x_0 = \frac{nx}{n + n''} + \frac{n''x''}{n + n''}; \; y_0 = \frac{ny}{n + n''} + \frac{n''y''}{n + n''}; \; z_0 = \frac{nz}{n + n''} + \frac{n''z''}{n + n''}$$

demnach auch

$$(1) \quad . \quad . \quad x' = cx + c''x''; \; y' = cy + c''y''; \; z' = cz + c''z''.$$

Man hat aber auch

$$\frac{y' - Y'}{x' - X'} = \text{tang } \alpha'$$

$$\frac{z' - Z'}{x' - X'} = \text{sec. } \alpha' \text{ tang } \delta'$$

Durch Elimination von x' y' z' aus diesen Gleichungen und der Gleichung (1) werden zwei Gleichungen zwischen den Grössen x, y, z, x'', y'', z'' und c und c'', oder, da man von den Relationen

$$\begin{aligned} x &= \varrho \cos \delta \cos \alpha + X, & x'' &= \varrho'' \cos \delta'' \cos \alpha'' + X'', \\ y &= \varrho \cos \delta \sin \alpha + Y, & y'' &= \varrho'' \cos \delta'' \sin \alpha'' + Y'', \\ z &= \varrho \sin \delta + Z, & z'' &= \varrho'' \sin \delta'' + Z'' \end{aligned}$$

Gebrauch machen kann, zwischen ϱ, ϱ'', c und c'' erhalten. Wenn c und c'' bekannt wären, so würde man somit die Abstände von der Erde in aller Schärfe finden. Ist k die bekannte von der Sonnenmasse abhängige Gauss'sche Constante und $k(t''-t') = \vartheta$, $k(t''-t) = \vartheta'$, $k(t'-t) = \vartheta''$, so sind $\frac{\vartheta}{\vartheta'}$, $\frac{\vartheta''}{\vartheta'}$ angenäherte Werthe für c und c''; man sieht indessen sogleich ein, dass die Annahme $c = \frac{\vartheta}{\vartheta'}$, $c'' = \frac{\vartheta''}{\vartheta'}$ gleichbedeutend damit wäre, dass der Körper sich in gerader Linie bewege und deshalb, wie bekannt, unstatthaft und kaum zu einer rohen Annäherung geeignet. Man kann aber für c und c'' Reihenentwicklungen aufstellen, welche mit folgenden Gliedern beginnen:

$$c = \frac{\vartheta}{\vartheta'}\left(1 + \frac{\vartheta''(\vartheta' + \vartheta)}{6r'^3}\right)$$

$$c'' = \frac{\vartheta''}{\vartheta'}\left(1 + \frac{\vartheta(\vartheta' + \vartheta'')}{6r'^3}\right)$$

(Man sehe über diese Entwicklungen das Berliner Jahrbuch von 1854). Die folgenden Glieder dieser Reihen sind nicht mehr blosse Funktionen von r', sondern der Elemente ausserdem.

Entwickelt man nach Anleitung des Vorhergehenden ϱ und ϱ' dann x, y, z, x'', y'', z'' in c und c'' ausgedrückt, und substituirt in die Gleichungen (1), so werden x', y', z' in folgender Form erhalten

$$x' = F' + fc + f''c''$$
$$y' = G' + gc + g''c''$$
$$z' = H' + hc + h''c''$$

in welcher $F', f, f'', G', g, g'', H', h, h''$ vollkommen bekannte Coefficienten sind, deren Bestimmung zu den Vorbereitungsrechnungen gehört.

Da $$x'^2 + y'^2 + z'^2 = r'^2$$
ist, so hat man durch Substitution der vorhin aufgestellten Ausdrücke

$$c = \frac{\vartheta}{\vartheta'}\left(1 + \frac{\vartheta''(\vartheta' + \vartheta)}{6r'^3}\right)$$
$$c'' = \frac{\vartheta''}{\vartheta'}\left(1 + \frac{\vartheta(\vartheta' + \vartheta'')}{6r'^3}\right)$$

eine Gleichung, welche nur r' als Unbekannte enthält und vom achten Grade ist.

Um die successiven Verbesserungen von c und c'' in allen Hypothesen ganz gleichmässig zu behandeln, setze man

$$6\left\{\frac{n}{n'}\frac{\vartheta'}{\vartheta} - 1\right\} r'^3 = Q$$
$$6\left\{\frac{n''}{n'}\frac{\vartheta'}{\vartheta''} - 1\right\} r'^3 = Q''$$

Es wird alsdann in allen Hypothesen

$$(2) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \begin{cases} c = \dfrac{\vartheta}{\vartheta'}\left(1 + \dfrac{Q}{6r'^3}\right) \\ c'' = \dfrac{\vartheta''}{\vartheta'}\left(1 + \dfrac{Q''}{6r'^3}\right) \end{cases}$$

und anfänglich wird

$$Q = \vartheta''(\vartheta' + \vartheta)$$
$$Q'' = \vartheta(\vartheta' + \vartheta'')$$

zu setzen sein.

Die Gleichung
$$(F' + fc + f''c'')^2 + (G' + gc + g''c'')^2 + (H' + hc + h''c'')^2 = r'^2$$
lässt sich leicht in dieser Form auflösen, indem man nämlich zuerst c und c'' nach einem angenommenen Werthe berechnet, dann r'^2 aus der Summe der drei Quadrate $x'_2 + g'^2 + z'^2$ bestimmt, dann wieder mit diesem Werthe c und c'' berechnet, bis sich an diesen Grössen Nichts mehr ändert. Den Um-

stand, dass die successiven Verbesserungen einer meist stark convergirenden Progression sich nähern, kann man bei der Auflösung sich sehr zu Nutze machen. Eine Umformung der Gleichung lässt sich indessen auch leicht bewerkstelligen.

Es sei nämlich $x'^2 + y'^2 + z'^2$ auf die Form gebracht

$$A + \frac{B}{r'^3} + \frac{C}{r'^6}$$

was sich ohne besondere Vorschriften und ohne Mühe ausführen lässt; man setze alsdann, eine Hülfsgrösse q einführend

$$B \operatorname{tang} q = \sqrt{4AC - B^2}$$

löse die Gleichung

$$\sin z^4 \sqrt{C} = A^2 \sin q^3 \sin (z - q)$$

in Beziehung auf z auf, so wird

$$r' = \frac{\sin q}{\sin z} \cdot \sqrt{A}$$

Die Untersuchungen über die Anzahl der Auflösungen der Gleichung können hier übergangen werden, da sie von Encke erschöpfend geführt sind. Sobald r' bekannt ist, werden für c und c'' die Ausdrücke (2) in die Gleichungen für ϱ und ϱ'' zu substituiren sein, um diese Distanzen zu erhalten. ϱ', welches ausserdem für die reductio temporum wegen der Aberration in Anwendung kommt, wird aus der Gleichung

$$\varrho'^2 = (x' - X')^2 + (y' - Y')^2 + (z' - Z')^2$$

zu bestimmen sein. Die Berechnung von $(v'' - v)$, r, r'' und der Sehne k geschieht durch die Ausdrücke

$$x = \varrho \cos\delta \cos\alpha + X, \quad y = \varrho \cos\delta \sin\alpha + Y, \quad z = \varrho \sin\delta + Z,$$
$$x'' = \varrho'' \cos\delta'' \cos\alpha'' + X'', \quad y'' = \varrho'' \cos\delta'' \sin\alpha'' + Y'', \quad z'' = \varrho'' \sin\delta'' + Z'',$$
$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2; \quad r''^2 = x''^2 + y''^2 + z''^2; \quad k^2 = (x'' - x)^2 + (y'' - y)^2 + (z'' - z)^2;$$

$$4rr'' \sin \tfrac{1}{2} (v'' - v)^2 = k^2 - (r'' - r)^2$$

Ich bemerke noch, dass, wenn unter η, η', η'' die Factoren verstanden werden, mit welchen man die Dreiecksflächen multipliciren muss, um die Sectoren zu erhalten, man Q und Q'' auch auf folgende Weise definiren kann:

$$Q = 6\left(\frac{\eta'}{\eta} - 1\right) r'^3$$

$$Q'' = 6\left(\frac{\eta'}{\eta''} - 1\right) r'^3$$

Die Grössen η, η', η'' hängen von den Radien Vectoren, den davon eingeschlossenen Winkeln und den Zeitintervallen ab; man hat für ihre Bestimmung bequeme Tafeln. Um hier so viel als möglich Alles zu geben, welches zur Bestimmung von Bahnen erforderlich ist, habe ich die Tafel von Encke für das Verhältniss vom Sector zum Dreieck mit aufgenommen. Die Verbesserung von Q und Q'' erfolgt auf die einfachste Weise, wie man sieht, und die Behandlung der verschiedenen Hypothesen ist eine ganz gleichmässige.

Dieses Verfahren gewährt ausser der leichten Uebersicht noch einen anderen bedeutenden Vortheil, welcher besonders in dem Falle etwas ungleicher Zwischenzeiten sehr merklich hervortreten wird. Es ist nämlich die erste Hypothese, durch welche die Näherung eingeleitet wird, genauer als die erste der Methode der theoria motus, und desshalb auch die weiteren Näherungen; man kommt also viel leichter mit der Rechnung zu Ende. Um den Grund der grösseren Genauigkeit zu sehen, bemerke man, dass in der theoria motus bei dem Verhältniss $\frac{n + n''}{n'}$ das Glied zweiter Ordnung $\frac{\vartheta\vartheta''}{2r'^3}$ berücksichtigt wird, weil die Vernachlässigung *aller dieser* Glieder keine Näherung mehr gestatten würde, dass dagegen in dem Verhältniss $\frac{n''}{n}$ diese Glieder weggelassen sind. Wenn man auch in $\frac{n''}{n}$ bei Bildung der Hypothese die Glieder zweiter Ordnung berücksichtigte, so würde man ein Resultat erhalten, welches mit dem der hier vorliegenden Methode gleich genau und sogar identisch ist, denn die Fundamentalgleichungen sind dieselben. In den meisten Fällen der ersten Bestimmung lässt die erste Hypothese einen sehr kleinen Fehler übrig, den die Unsicherheit der Beobachtung weit übersteigt.

Für die praktische Rechnung kann man die folgenden Formeln, nach dem Vorhergehenden, aufstellen. Es sei

$$d = \cos\delta \sin(\alpha - \alpha'), \qquad e = \cos\delta' \cos\alpha' \sin\delta - \cos\delta \cos\alpha \sin\delta',$$
$$d'' = \cos\delta'' \sin(\alpha'' - \alpha'), \qquad e'' = \cos\delta' \cos\alpha' \sin\delta'' - \cos\delta'' \cos\alpha'' \sin\delta',$$
$$M = \frac{e''}{de'' - ed''}.(Y\cos\alpha' - X\sin\alpha') + \frac{d''}{de'' - ed''}.(X\sin\delta' - Z\cos\delta'\cos\alpha'),$$
$$M' = \frac{e''}{de'' - ed''}.(Y'\cos\alpha' - X'\sin\alpha') + \frac{d''}{de'' - ed''}.(X'\sin\delta' - Z'\cos\delta'\cos\alpha'),$$
$$M'' = \frac{e''}{de'' - ed''}.(Y''\cos\alpha' - X''\sin\alpha') + \frac{d''}{de'' - ed''}.(X''\sin\delta' - Z''\cos\delta'\cos\alpha'),$$
$$-M_{\prime\prime} = \frac{e}{de'' - ed''}.(Y\cos\alpha' - X\sin\alpha') + \frac{d}{de'' - ed''}.(X\sin\delta' - Z\cos\delta'\cos\alpha'),$$
$$M_{\prime\prime}' = \frac{e}{de'' - ed''}.(Y'\cos\alpha' - X'\sin\alpha') + \frac{d}{de'' - ed''}.(X'\sin\delta' - Z'\cos\delta'\cos\alpha'),$$
$$-M_{\prime\prime}'' = \frac{e}{de'' - ed''}.(Y''\cos\alpha' - X''\sin\alpha') + \frac{d}{de'' - ed''}.(X''\sin\delta' - Z''\cos\delta'\cos\alpha').$$

Dann wird

$$c\varrho_{\prime\prime} = M' - Mc - M''c''$$
$$c''\varrho'' = M_{\prime\prime}' - M_{\prime\prime}c - M_{\prime\prime}''c''$$

Berechnet man ferner

$$\begin{aligned}
F' &= M' \cos\delta \cos\alpha + M_{\prime\prime}' \cos\delta'' \cos\alpha'' \\
G' &= M' \cos\delta \sin\alpha + M_{\prime\prime}' \cos\delta'' \sin\alpha'' \\
H' &= M' \sin\delta + M_{\prime\prime}' \sin\delta'' \\
f &= X - M\cos\delta\cos\alpha - M_{\prime\prime}\cos\delta''\cos\alpha'' \\
g &= Y - M\cos\delta\sin\alpha - M_{\prime\prime}\cos\delta''\sin\alpha'' \\
h &= Z - M\sin\delta - M_{\prime\prime}\sin\delta'' \\
f'' &= X'' - M''\cos\delta\cos\alpha - M_{\prime\prime}''\cos\delta''\cos\alpha'' \\
g'' &= Y'' - M''\cos\delta\sin\alpha - M_{\prime\prime}''\cos\delta''\sin\alpha'' \\
h'' &= Z'' - M''\sin\delta - M_{\prime\prime}''\sin\delta''
\end{aligned}$$

so wird

$$x' = F' + fc + f''c'' = F' + \frac{\vartheta}{\vartheta'} f + \frac{\vartheta''}{\vartheta'} f'' + \frac{\frac{\vartheta}{\vartheta'} fQ + \frac{\vartheta''}{\vartheta'} f''Q''}{6r'^3}$$

$$y' = G' + gc + g''c'' = G' + \frac{\vartheta}{\vartheta'} g + \frac{\vartheta''}{\vartheta'} g'' + \frac{\frac{\vartheta}{\vartheta'} gQ + \frac{\vartheta''}{\vartheta'} g''Q''}{6r'^3}$$

$$z' = H' + hc + h''c'' = H' + \frac{\vartheta}{\vartheta'} h + \frac{\vartheta''}{\vartheta'} h'' + \frac{\frac{\vartheta}{\vartheta'} hQ + \frac{\vartheta''}{\vartheta'} h''Q''}{6r'^3}$$

Das übrige für die Anwendung Nöthige enthält schon das Vorhergehende. Was diese Formeln besonders übersichtlich macht, ist der Umstand, dass durchaus keine Auflösungen sphärischer Dreiecke darin vorkommen; es ist nicht bloss leicht, sondern auch vortheilhaft, wenn nämlich die Herleitung einer Ephemeride als Zweck der Rechnung gilt, durchaus solche zu vermeiden. Da nämlich die vorliegende Methode die heliocentrischen Coordinaten x, y, z, x'', y'', z'' liefert, so kann man unmittelbar die Gauss'schen Constanten a, A, b, B, c, C, der Form

$$x = ar \sin(A + v)$$
$$y = br \sin(B + v)$$
$$z = cr \sin(C + v)$$

finden. Man hat

$$2a \sin\{A + \tfrac{1}{2}(v'' + v)\} = \left(\frac{x''}{r''} + \frac{x}{r}\right) \sec. \tfrac{1}{2}(v'' - v)$$

$$2a \cos\{A + \tfrac{1}{2}(v'' + v)\} = \left(\frac{x''}{r''} - \frac{x}{r}\right) \operatorname{cosec.} \tfrac{1}{2}(v'' - v)$$

$$2b \sin\{B + \tfrac{1}{2}(v'' + v)\} = \left(\frac{y''}{r''} + \frac{y}{r}\right) \sec. \tfrac{1}{2}(v'' - v)$$

$$2b \cos\{B + \tfrac{1}{2}(v'' + v)\} = \left(\frac{y''}{r''} - \frac{y}{r}\right) \operatorname{cosec.} \tfrac{1}{2}(v'' - v)$$

$$2c \sin\{C + \tfrac{1}{2}(v'' + v)\} = \left(\frac{z''}{r''} + \frac{z}{r}\right) \sec. \tfrac{1}{2}(v'' - v)$$

$$2c \cos\{C + \tfrac{1}{2}(v'' + v)\} = \left(\frac{z''}{r''} - \frac{z}{r}\right) \operatorname{cosec.} \tfrac{1}{2}(v'' - v)$$

und als Controlle für diesen letzten Theil der Rechnung

$$a^2 + b^2 + c^2 = 2$$
$$a^2 \sin 2A + b^2 \sin 2B + c^2 \sin 2C = 0.$$

Nicht gleichgültig für die Bestimmung ist es, dass das Hypothetische oder einer Correction Bedürftige von dem in aller Strenge Gegebenen geschieden bleibt. *Nicht* gegeben ist, wenn man es streng nimmt, wegen der Aberration ausser Q und Q'': $\frac{\vartheta}{\vartheta'}$ und $\frac{\vartheta''}{\vartheta'}$ weshalb diese Grössen als besondere Factoren aufgeführt sind, anstatt die Multiplication mit f und f'', g, g'', h und h''

gleich auszuführen. Es gewährt diese Scheidung den Vortheil, wenn man will, in der ersten Hypothese ohne eine nennenswerthe Vermehrung der Mühe die Correction wegen der Aberration vornehmen zu können.

Bei der Anwendung der vorhergehenden Vorschriften, wird $de'' - ed''$ sich als eine kleine Grösse ergeben, wie in jeder Methode zur Berechnung der Bahn aus drei geocentrischen Beobachtungen eine solche kleine Grösse vorkommen muss. Die Kleinheit von $de'' - ed''$ beeinträchtigt indess in keinem Falle die Bestimmung des Logarithmus dieser Differenz, weil de'' und ed'' von derselben Ordnung sind, wie ihr Unterschied. Auf die Darstellung der Beobachtung, bleibt also, wie es sein soll, die Kleinheit von $de'' - ed''$ ohne Einfluss.

Was oben über die Brauchbarkeit der vorliegenden Methode gesagt ist, wird die Anwendung auf ein Beispiel der theoria motus, auf Beobachtungen der Juno, bestätigen.

Entnimmt man die Data für Juno der Seite 169 der Theoria motus, mit Anschluss an die Bezeichnung der Abhandlung in folgender Gestalt:

Oct. 5,458644; $\alpha = 354^0 44' 31'',6$; $\delta = -4^0 59' 31'',1$; $X = 0,975679$; $Y = 0,215845$

Oct. 17,421885; $\alpha' = 352^0 34' 22'',1$; $\delta' = -6^0 21' 55'',1$; $X' = 0,907204$; $Y' = 0,410196$

Oct. 27,393077; $\alpha'' = 351^0 34' 30'',0$; $\delta'' = -7^0 17' 51'',0$; $X'' = 0,820650$; $Y'' = 0,559166$

so ergeben die Formeln

$$\log d = 8,576443; \quad \log d'' = 8,237370$$

$$\log e = 8,384314; \quad \log e'' = 8,214755$$

$$M = 18,56274; \quad M' = 34,30774; \quad M'' = 46,34120;$$

$$M_{''} = 20,83130; \quad M'_{''} = 44,55916; \quad M''_{''} = 62,92539;$$

$$F = 17,75510; \quad G = -9,607679; \quad H = -8,645284;$$

$$f = -37,87839; \quad g = 4,937833; \quad h = 4,261272;$$

$$f'' = -106,89246; \quad g'' = 13,934506; \quad h'' = 12,025270;$$

Hiermit sind die Vorbereitungsrechnungen erledigt. Die Zeitintervalle, vorläufig noch mit dem meist geringen Einfluss ausübenden Fehler wegen der Aberration behaftet, ergeben hier

$$\log \vartheta = 9,234329; \quad \log \vartheta' = 9,576708; \quad \log \vartheta'' = 9,313430;$$

also:

$$\log \frac{Q}{6} = 8,274727; \quad \log \frac{Q''}{6} = 8,221929,$$

woraus dann weiter folgt:

$$x' = \quad 2{,}23590 \;-\; 1{,}295993 \,.\, \frac{1}{r'^3}$$

$$y' = \quad 0{,}237022 + 0{,}168946 \,.\, \frac{1}{r'^3}$$

$$z' = -\,0{,}149491 + 0{,}145797 \,.\, \frac{1}{r'^3}$$

Wie schon bemerkt wurde, kann ohne Transformation die Gleichung

$$x'^2 + y'^2 + z'^2 = r'^2$$

leicht genug aufgelöst werden; die angegebene Transformation aber würde liefern $A = 5{,}077765$, $B = 5{,}759036$, $C = 1{,}729462$; $q = 13^0 39' 56'' 1$. Die aufzulösende Gleichung wird dann

$$(9{,}412528) \sin (z - 13^0 39' 56'' 1) = \sin z^4$$

wobei die eingeschlossene Zahl des Logarithmus von $\frac{A^2 \sin q^3}{\sqrt{C}}$ vorstelit.

Die hier in Betracht kommende Lösung ist

$$z = 14^0\ 32'\ 52''35 \text{ also } \log r' = 0{,}326216;$$

$$\log c = 9{,}658479 \qquad \log c'' = 9{,}737482$$

$$\log \varrho = 0{,}068612 \qquad \log \varrho'' = 0{,}101717.$$

Die Vergleichung dieser Lösung mit den definitiven Werthen der theoria motus und mit dem Ergebniss der ersten Hypothese daselbst, kann die hier erreichte grössere Annäherung hervortreten lassen. Zwar sind beide erste Hypothesen hier wie dort, noch mit dem Einflusse der Aberration behaftet; derselbe ist im vorliegenden Beispiele aber zu gering, um wesentlich zu werden, was eine kurze Rechnung zu zeigen im Stande wäre.

Bestimmung der heliocentrischen Coordinaten aus vier Beobachtungen, von welchen die äusseren vollständig sind.

Die Vorschriften zur Berechnung der Bahn aus vier Beobachtungen, von denen die *äusseren* vollständig sind, werden durch eine im Wesentlichen mit der vorhergehenden übereinstimmende Behandlungsweise des Problems erhalten. Man hat nämlich zwischen den Coordinaten wieder folgende Relationen

$$x' = c_i x + c_i''' x''', \qquad x'' = c_{ii} x + c_{ii}''' x''',$$
$$y' = c_i y + c_i''' y''', \qquad y'' = c_{ii} y + c_{ii}''' y''',$$
$$z' = c_i z + c_i''' z''', \qquad z'' = c_{ii} z + c_{ii}''' z''',$$

worin

$$c_i = \frac{r' r''' \sin(v''' - v')}{r r''' \sin(v''' - v)} \qquad c_{ii} = \frac{r'' r''' \sin(v''' - v'')}{r r''' \sin(v''' - v)}$$
$$c_i''' = \frac{r r' \sin(v' - v)}{r r''' \sin(v''' - v)} \qquad c_{ii}''' = \frac{r r'' \sin(v'' - v)}{r r''' \sin(v''' - v)}$$

bedeutet. Es bestehen ausserdem die beiden Gleichungen

$$\frac{y' - Y'}{x' - X'} = \text{tang } \alpha' ; \quad \frac{y'' - Y''}{x'' - X''} = \text{tang } \alpha''$$

Setzt man

$$d_i = \cos\delta \sin(\alpha - \alpha'), \qquad d_{ii} = \cos\delta \sin(\alpha - \alpha''),$$
$$d_i''' = \cos\delta''' \sin(\alpha''' - \alpha'), \qquad d_{ii}''' = \cos\delta''' \sin(\alpha''' - \alpha''),$$

so wird sein

$$\left.\begin{aligned} c_i d_i \varrho + c_i''' d_i''' \varrho''' &= (Y'\cos\alpha' - X'\sin\alpha') - (Y\cos\alpha' - X\sin\alpha')c_i - (Y'''\cos\alpha' - X'''\sin\alpha')c_i''' \\ c_{ii} d_{ii} \varrho + c_{ii}''' d_{ii}''' \varrho''' &= (Y''\cos\alpha'' - X''\sin\alpha'') - (Y\cos\alpha'' - X\sin\alpha'')c_{ii} - (Y'''\cos\alpha'' - X'''\sin\alpha'')c_{ii}''' \end{aligned}\right\} (3)$$

Wenn $\eta 01$ das Verhältniss des Sectors zur Dreiecksfläche für das Zeitintervall $t' - t$ ist, $\eta 02$ dasselbe für das für das Zeitintervall $t'' - t$ bedeutet und sofort, so sei

$$6\left(\frac{\eta 13}{\eta 03} - 1\right) r'^3 = Q_i, \qquad 6\left(\frac{\eta 23}{\eta 03} - 1\right) r''^3 = Q_{ii},$$
$$6\left(\frac{\eta 01}{\eta 03} - 1\right) r'^3 = Q_i''', \qquad 6\left(\frac{\eta 02}{\eta 03} - 1\right) r''^3 = Q_{ii}'''.$$

Es wird alsdann

$$c_i = \frac{t''' - t'}{t''' - t} \cdot \left(1 + \frac{Q_i}{6r'^3}\right), \qquad c_{ii} = \frac{t''' - t''}{t''' - t} \cdot \left(1 + \frac{Q_{ii}}{6r''^3}\right)$$
$$c_i''' = \frac{t' - t}{t''' - t} \cdot \left(1 + \frac{Q_i'''}{6r'^3}\right), \qquad c_{ii}''' = \frac{t'' - t}{t''' - t} \cdot \left(1 + \frac{Q_{ii}'''}{6r''^3}\right)$$

Wenn die Werthe von Q_i, Q_{ii}, Q''', Q_{ii}''' bekannt wären, so würden einige Versuche über r' und r'' zu dem vorgesteckten Ziele führen. Man würde dann z. B. zunächst für r' und r'' als einen bei kleinen Planeten nicht offenbar unwahrscheinlichen Werth 2 oder 2, 5 setzen, in den Ausdrücken

für $c_{,}$, $c_{,}'''$, $c_{,,}$, $c_{,,}'''$ substituiren und aus den Gleichungen (3) ϱ und ϱ''' bestimmen. Daraus folgte auch x', y', z', x'', y'', z'', und

$$\sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}, \qquad \sqrt{x''^2 + y''^2 + z''^2}$$

würden bedeutend genauere Werthe von r' und r'' sein, als die zuerst angenommenen. Wiederholt man mit diesen verbesserten Werthen dieselbe Rechnung, so erhält man noch genähertere Werthe; der Gang des Verfahrens bedarf keiner weiteren Beschreibung, nur lässt sich auch hier die frühere Bemerkung wiederholen, dass die successiven Verbesserungen sich rasch einer geometrischen Progression mit einem kleinen Bruche als Exponenten nähern. Wenn nun auch die Grössen Q', $Q_{,}'''$, $Q_{,,}$, $Q_{,,}'''$ nicht in aller Strenge bekannt sind, so kann doch mit einem hohen Grade von Annäherung gesetzt werden:

$$Q_{,} = k^2(t' - t)(t''' - t + t''' - t'), \qquad Q_{,,} = k^2(t'' - t)(t''' - t + t''' - t''),$$
$$Q_{,}''' = k^2(t''' - t')(t''' - t + t' - t), \qquad Q_{,,}''' = k^2(t''' - t'')(t''' - t + t'' - t),$$

Die Verbesserung dieser Werthe erfolgt nach den bekannten Regeln.

Bestimmung einer parabolischen Bahn aus drei Beobachtungen, von denen eine unvollständig ist.

Es ist bekannt, dass die Astronomen bei Beobachtung der Cometen sich vorzugsweise des Kreismikrometers bedienen müssen, und dass die Declinationsbestimmungen mit diesem Instrumente gewisse Vorsichtsmassregeln erfordern, wenn dieselben gelingen sollen. Die Rectascension, wird, wie den Beobachtern bekannt ist, immer viel leichter erhalten. Besonders sind meist in der Nacht der Entdeckung die Umstände für die sichere Beobachtung in Declination ungünstig, weil dieselbe das Aufsuchen eines guten Vergleichsterns, kurz Vorbereitungen erfordert, zu welchen keine Zeit bleibt. Ueberhaupt findet in den ersten Tagen nach der Entdeckung und vor Berechnung einer Ephemeride eine grössere Schwierigkeit in dieser Beziehung Statt, wenn auch in geringerem Grade als bei der Entdeckung selbst. So häufig deshalb der Fall, dass eine der drei Declinationen unsicher, oder überhaupt nicht erhalten ist, vorkommt, so hat doch meines Wissens, noch Niemand bis jetzt die erste Bahnbestimmung auf solche fünf Daten gestützt, sondern man hat eine dritte vollständige Beobachtung abgewartet. Ich weiss keinen anderen Grund dafür zu finden, als den, dass hier die Olbers'sche Methode nicht

passt. Zur Noth kann man allerdings damit eine Bahn drei Längen und zwei Breiten anschliessen, aber diese Combination hat keine practische Bedeutung, abgesehen davon, dass die Rechnung doch recht mühsam ausfallen würde.

Die folgende Methode, aus drei geocentrischen Beobachtungen, von denen eine die Declination gar nicht oder nur geschätzt enthält, eine parabolische Bahn zu berechnen, bleibt, wie ein Beispiel unten zeigen wird, auch in ungünstigen Fällen noch sehr bequem. Als günstigster Fall nämlich ist zu betrachten, wenn die unvollständige Beobachtung, deren Rectascension im Folgenden immer mit α' bezeichnet ist, die zweite ist, und wenn ausserdem das Zeitintervall zwischen der ersten und dritten Beobachtung $t'' - t$ durch t' nahe halbirt wird; alsdann gelangt man am Leichtesten zu dem beliebig scharfen Resultate, welches sich durch die Methode erzielen lässt. Die ungünstigeren Fälle, für welche übrigens die Form dieselbe bleibt, (indem eben stets α' die Rectascension der unvollständigen Beobachtung verstellt) sind die, wobei dieser unvollständige Ort der erste oder der dritte ist.

Die Parallaxe und Aberration wird, soweit ich den Gebrauch der Rechner kenne, meist bei der ersten Bahnbestimmung vernachlässigt; es kann diess nur in seltenen Fällen erhebliche Folgen haben und erscheint wegen der Mühe, die die Berücksichtigung bei der Olbers'schen Methode verursachen würde, ganz gerechtfertigt. Da aber, wie eben bemerkt, diese Vernachlassigung von bedeutenderem Einfluss werden *kann*, so ist es nicht gleichgültig, dass bei der vorliegenden Methode der obige Grund für die Vernachlässigung wegfällt. Uebrigens ist schon weiter oben von der Art Parallaxe und Aberration zu berücksichtigen, auch von der für die Bahnberechnung (und zugleich für die Beobachter) bequemsten Form, die Beobachtungen mitzutheilen, die Rede gewesen, wobei ich also, da es hier ungeändert Anwendung findet, nicht verweile.

Der Methode selbst schicke ich eine Reihenentwickelung für das Verhältniss des parabolischen Sectors zum Dreieck voraus, welche sich in dem Gauss'schen Nachlasse findet. Wenn nämlich r und r' die den Sector begränzenden und zwei Zeiten t und t' entsprechenden Radien Vectoren sind, k die beide verbindende Sehne, so setzt Gauss

$$\frac{x}{r + r'} = \sin \phi$$

und kann alsdann die Lambert'sche Gleichung in folgender Form schreiben

$$2k(t'-t) = x\sqrt{r'+r'}\,\frac{2+\cos\phi}{3\cos\frac{1}{2}\phi} = x\sqrt{r+r'}\left\{1-\tfrac{1}{24}\alpha-\tfrac{1}{128}\alpha^2-\tfrac{3}{1024}\alpha^3-\ldots\text{etc.}\right\}$$

wobei $\alpha = \dfrac{x^2}{(r'+r)^2}$. Ausserdem wird aber noch

$$\frac{\text{Ausschnitt}}{\text{Dreieck}} = \frac{2+\cos\phi}{3\cos\phi} = 1 + \tfrac{1}{3}\alpha + \tfrac{1}{4}\alpha^2 + \tfrac{5}{24}\alpha^3 + \tfrac{35}{192}\alpha^4 + \ldots \text{etc.}$$

Setzt man daher

$$\frac{4k^2(t'-t)^2}{(r+r')^3} = \beta$$

so wird

$$\frac{\text{Dreieck}}{\text{Ausschnitt}} = 1 - \tfrac{1}{3}\beta - \tfrac{1}{6}\beta^2 - \tfrac{1}{9}\beta^3 - \frac{499}{5184}\beta^4 - \ldots \text{etc.}$$

Nach dieser Reihenentwickelung habe ich eine kleine Tafel berechnet, welche für $\dfrac{k^2(t'-t)^2}{(r+r')^3}$ als Argument $\log \dfrac{\text{Dreieck}}{\text{Ausschnitt}}$ gibt.

Da, wie man sehen wird, die drei bei der Bahnbestimmung in Betracht kommenden Radien Vectoren leicht erhalten werden können, so fällt der Nutzen dieser Tafel in die Augen. Von derselben habe ich bei den folgenden Rechnungen Gebrauch gemacht, bevor ich eine andere Hülfstafel construirt hatte, die für die scharfe Bestimmung einer parabolischen Bahn möglichst compendiös ist. Nach dem Vorhergehenden wird $\sin\frac{1}{2}\phi$ die kleinste positive Wurzel der cubischen Gleichung

$$x^3 - \tfrac{3}{2}x + \tfrac{3}{2}\,\frac{k(t'-t)}{(r+r')^{\frac{3}{2}}} = 0$$

Setzt man daher

$$\frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \frac{k(t'-t)}{(r+r')^{\frac{3}{2}}} = \frac{3}{\sqrt{2}} \cdot \zeta = \sin 3\psi$$

so wird

$$\sin\tfrac{1}{2}\phi = \sin\psi \cdot \sqrt{2}$$

Man könnte nun die Lambert'sche Gleichung durch die Relation

$$x = (r + r')\sin\phi$$

ersetzen, aber diese Form ist für Construction einer Tafel nicht bequem wegen der grossen Ausdehnung, die man einer solchen geben müsste; es wird aber auch

$$\varkappa = \frac{2k\,(t'-t)}{\sqrt{r+r'}} \cdot \frac{3\cos\frac{1}{2}\phi}{2+\cos\phi} = 6\,.\,\zeta\,(r+r')\,\frac{\cos\frac{1}{2}\phi}{2+\cos\phi}$$

Ich habe in einer der beifolgenden Tafeln für alle Tausentel des Arguments ζ zwischen 0 und 0,4 $\log\left(\frac{\cos\frac{1}{2}\varphi}{2+\cos\phi}\right)$ berechnet. Ausserdem enthält diese Tafel aber noch eine Columne für $\log\frac{\text{Dreieck}}{\text{Sector}} = \log\left(\frac{3\cos\varphi}{2+\cos\phi}\right)$. Die folgenden Vorschriften für die Berechnung der parabolischen Bahn aus fünf Daten werden erhalten, wenn man, wie oben, die Gleichungen

$$x' = cx + c''x''$$
$$y' = cy + c''y''$$
$$z' = cz + c''z''$$

mit derjenigen verbindet, welche die unvollständige Beobachtung liefert, nämlich mit

$$\frac{y'-Y'}{x'-X'} = \operatorname{tang}\alpha'$$

Man kommt hierbei auf die folgende Relation zwischen den Distanzen von der Erde ϱ und ϱ''

$$(4)\quad .\ .\ c''\varrho'' = M' - Mc - M''c'' - \frac{\sin(\alpha-\alpha')}{\sin(\alpha''-\alpha')} \cdot \frac{\cos\delta}{\cos\delta''} \cdot c\varrho$$

worin

$$M = (Y\cos\alpha' - X\sin\alpha')\ \text{sec.}\ \delta''\ \text{cosec.}\ (\alpha''-\alpha')$$
$$M' = (Y'\cos\alpha' - X'\sin\alpha')\ \text{sec.}\ \delta''\ \text{cosec.}\ (\alpha''-\alpha')$$
$$M'' = (Y''\cos\alpha' - X''\sin\alpha')\ \text{sec.}\ \delta'\ \text{cosec.}\ (\alpha''-\alpha')$$

c und c'' haben mit consequenter Berücksichtigung der Vorzeichen die Bedeutung, wie im Vorhergehenden, d. h.

$$c = \frac{r'r''\sin(v''-v')}{rr''\sin(v''-v)},\qquad c'' = \frac{rr'\sin(v'-v)}{rr''\sin(v''-v)},$$

Wenn man die Verhältnisse $\frac{\text{Dreieck}}{\text{Ausschnitt}}$, und zwar η dem Intervalle $t''-t'$ η''

dem Intervalle $t' - t$ und η' dem Intervalle $t'' - t$ entsprechend einführt, so wird man haben

$$c = \frac{t'' - t'}{t'' - t} \cdot \frac{\eta}{\eta'}, \qquad c'' = \frac{t' - t}{t'' - t} \cdot \frac{\eta''}{\eta'}$$

Einstweilen c' und c'' als bekannt angenommen, findet man auf folgende Weise die heliocentrischen Coordinaten x, y, z, x'', y'', z''. Man bringt r^2 und r''^2 auf die Form

$$r^2 = A + B\varrho + \varrho^2$$
$$r''^2 = A'' + B''\varrho'' + \varrho''^2$$

und ebenso sei

$$\varkappa^2 = C + D\varrho + E\varrho^2$$

wenn k die Sehne bedeutet, welche r und r'' verbindet. Um diese Form zu erhalten hat man

$$A = X^2 + Y^2 + Z^2 \qquad A'' = X''^2 + Y''^2 + Z''^2$$

$$B = 2(X\cos\delta\cos\alpha + Y\cos\delta\sin\alpha + Z\sin\delta) \quad B'' = 2(X''\cos\delta''\cos\alpha'' + Y''\cos\delta''\sin\alpha'' + Z''\sin\delta'')$$

Um die Aufstellung des Ausdrucks für k übersichtlicher zu machen, sei nach (4) der Zusammenhang zwischen ϱ und ϱ'' bei einer Annahme für c und c''

$$\varrho'' = F + f\varrho$$

dann wird

$$C = (X'' - X + F\cos\delta''\cos\alpha'')^2 + (Y'' - Y + F\cos\delta''\sin\alpha'')^2 + (Z'' - Z + F\sin\delta'')^2$$

$$\frac{D}{2} = (X'' - X + F\cos\delta''\cos\alpha'')\,(f.\cos\delta''\cos\alpha'' - \cos\delta\cos\alpha)$$
$$+ (Y'' - Y + F\cos\delta''\sin\alpha'')(f.\cos\delta''\sin\alpha'' - \cos\delta\sin\alpha) + (Z'' - Z + F\sin\delta'')(f\sin\delta'' - \sin\delta)$$

$$E = (f\cos\delta''\cos\alpha'' - \cos\delta\cos\alpha)^2 + (f\cos\delta''\sin\alpha'' - \cos\delta\sin\alpha)^2 + (f\sin\delta'' - \sin\delta)^2$$

Wenn man die Logarithmen der hier vorkommenden Factoren in einer gewissen Ordnung neben oder unter einander schreibt, ist die Berechnung von C, D und E nichts weniger als beschwerlich. A, B, A'' B'' sind ganz constant, ihre Berechnung gehört daher zur Vorbereitung.

Sobald diese Ausdrücke aufgestellt sind, wird ϱ so zu bestimmen sein, dass der Lambert'schen Gleichung

$$(r'' + r + \varkappa)^{3/2} - (r'' + r - \varkappa)^{3/2} = 6k\,(t'' - t)$$

Genüge geschieht; denn die Gleichung (4) gibt zu jedem Werthe von ϱ ein bei der Hypothese zugehöriges ϱ''. Diese Auflösung der Lambert'schen

Gleichung gestattet offenbar dieselben Hülfsmittel, deren man sich sonst dabei bedient, z. B. die Benutzung der bekannten Tafel von Encke oder der im Anfange mitgetheilten Tafel. Aus ϱ und ϱ'', welche sich so ergeben haben, findet man dann x, y, z, x'', y'', z'' auf hinlänglich bekannte Weise, und r' aus der Gleichung

$$r'^2 = (cx + c''x'')^2 + (cy + c''y'')^2 + (cz + c''z'')^2$$

Es ist hiermit Alles bekannt, was nöthig ist, η, η', η'' zu bestimmen, da diese Grössen von $r + r'$, $r + r''$ und $r' + r''$ abhängen. Wenn die neuen Werthe von c und c'' mit denjenigen, welche man angenommen hat, übereinstimmen, werden alle gefundenen Werthe in Schärfe einer Parabel entsprechen; im andern Falle legt man die neuen Werthe, welche sehr viel angenäherter sein werden, bei der Wiederholung der Rechnung zu Grunde.

Die erste Hypothese für c, c'' kann auf verschiedene Weise gebildet werden; am Meisten möchte sich aber wohl empfehlen,

$$r = r' = r'' = 1$$

zu setzen, und hiernach η, η', η'' mit Hülfe der Tafel zu bestimmen. Hält man den Cometen noch für sehr entfernt von der Sonne, oder ihr viel näher als die Erde, so kann man danach leicht die erste Hypothese modificiren.

Ein Beispiel, die Anwendung auf den Cometen 1857 III wird hinreichen, die Bequemlichkeit der Methode zu zeigen, zumal der Fall so ungünstig gewählt ist. Die Berliner Beobachtungen, von Herrn Dr. Förster in Nr. 1124 der Astr. Nachr. mitgetheilt, sind zwar alle vollständig; ich ignorire aber die Declinationsbestimmung vom 23ten Juni und lege folgende Data zu Grunde:

	Mittl. Zeit Berlin	Rectascension	Decl.
1857. Juni 23.	12^h 56′ 53″	53° 6′ 53″4	
27.	12 56 37	61 20 51,1	+ 44° 43′ 50″1
Juli 2.	13 27 37	77 2 50,6	+ 48 47 8,8

Die Unvollständigkeit einer Beobachtung legt, wenigstens in der Praxis der Reduction vom scheinbaren Ort auf den mittleren kein Hinderniss in den Weg; die Beobachtungen können also auf das mittlere Aequinoctium von 1857 bezogen und von der Aberration der Fixsterne befreiet werden. Die Erdcoordinaten, auf dasselbe Aequinoctium bezogen, sind dem Nautical Almanac entnommen, da dieses Jahrbuch die Reduction vollständig enthält; endlich sind

zur Berücksichtigung der Parallaxe, weil sie mit so leichter Mühe zu haben, die heliocentrischen Coordinaten des Beobachtungsortes selbst abgeleitet. Die corrigirte Grundlage der Rechnung wird danach durch folgende Grössen gebildet:

t, t', t'' ...	Juni 27,53932	Juni 23,53950,	Juli 2,56085
α, α', α''	61° 20′ 48″	53° 6′ 51″	77° 2′ 44″
δ δ''	+44 43 46		+48 47 4
X, X', X''	0,10953	0,04203	0,19350
Y, Y', Y''	—0,92730	—0,93183	—0,91569
Z, Z', Z''	—0,40235	—0,40432	—0,39731

Die folgende Rechnung ist, wie in ähnlichen Fällen dem Zweck entsprechend geschieht, auf fünf Decimalstellen geführt. Wenn man auf mehr Stellen rechnet, so kann doch der bedeutendste Theil der Arbeit mit fünf Stellen erledigt werden, da nur die Vorbereitungsrechnung und die letzte Hypothese über die Genauigkeit entscheiden. Aus demselben Grunde würde es auch Zeitverlust sein, auf die provisorischen Lösungen der Lambert'schen Gleichung die grösste Sorgfalt zu verwenden.

Im gegenwärtigen Falle findet man

$$\log M = 0{,}38205_n, \log M' = 0{,}34604_n, \log M'' = 0{,}42085_n, \log\left(\frac{\sin(\alpha-\alpha')}{\sin(\alpha''-\alpha')}\right).\frac{\cos\delta}{\cos\delta''} = 9{,}58047$$

also

$$c''\varrho'' = -\,2{,}21840 + (0{,}38205)\,c + (0{,}42085)\,c'' - (9{,}58047)\,c\varrho$$

als die für alle Hypothesen gültige Relation zwischen ϱ und ϱ'', in welcher die eingeklammerten Zahlen Logarithmen bedeuten. Auch wird für die ganze Rechnung

$$r^2 = 1{,}03376 - 1{,}64791\,\varrho + \varrho^2$$
$$r''^2 = 1{,}03400 - 1{,}71656\,\varrho'' + \varrho''^2$$

Bildet man auf die obige Art die erste Hypothese, so wird $\log\eta = 9{,}99818$, $\log\eta'' = 9{,}99966$, $\log\eta' = 9{,}99947$, also $\log c = 0{,}25315$, $\log c'' = 9{,}90139_n$

$$\varrho'' = 0{,}00163 + (9{,}93223)\,\varrho$$

Für das Quadrat der Sehne erhält man

$$\varkappa^2 = 0{,}0072908 - 0{,}038719\,\varrho + 0{,}055033\,\varrho^2$$

Es genügt der Lambert'schen Gleichung $\log \varrho = 0{,}01088$ wozu $\log \varrho'' = 9{,}94392$ gehört. Für die drei Radien Vectoren erhält man $\log r = 9{,}79854$, $\log r' = 9{,}85160$, $\log r'' = 9{,}73679$. Mit diesen Werthen wird als Grundlage für die zweite Hypothese gefunden

$$\log \eta = 9{,}99273, \quad \log \eta'' = 9{,}99886, \quad \log \eta' = 9{,}99730$$
$$\log c = 0{,}24987, \quad \log c'' = 9{,}90276_n$$

Als Lösung ergibt sich jetzt

$$\log \varrho = 0{,}04359$$
$$\log \varrho'' = 9{,}99404$$

ausserdem

$$\log r = 9{,}81883$$
$$\log r' = 9{,}86810$$
$$\log r'' = 9{,}74816$$

Man kann schon hinreichend sicher an die Zeiten die Correction wegen der Aberration anbringen. Da nämlich $\log \varrho' = 0{,}08478$ gefunden wird, sind die reductiones temporum bei t, t', t''

— 0,00631
— 0,00694
— 0,00563

demnach die corrigirten Zeiten

Juni 27. 53301
Juni 23. 53256
Juli 2. 55522

Der dritten Hypothese wird $\log c = 0{,}25029$, $\log c'' = 9{,}90260_n$ zu Grunde zu legen sein; sie führt auf folgende Zahlen

$$\log \varrho = 0{,}04014$$
$$\log \varrho'' = 9{,}98845$$
$$\log r = 9{,}81639$$
$$\log r' = 9{,}86651$$
$$\log r'' = 9{,}74602$$

Für die vierte Hypothese würde folgen $\log c = 0{,}25019$, $\log c'' = 9{,}90259_n$. Man kann nun aber gleich aus dem Gange der Verbesserungen schliessen, dass die Annahme

$$0{,}25021 \text{ für } \log c$$

etwas genauer sein wird. Es ergibt sich dann schliesslich

$$\log \varrho = 0{,}04087$$
$$\log \varrho'' = 9{,}98963$$

$(v'' - v)$ folgt aus der Formel

$$4rr'' \sin \tfrac{1}{2} (v'' - v)^2 = x^2 - (r'' - r)^2$$

es wird hier $\frac{1}{2} (v'' - v) = 5^0\ 48'\ 22''$.

Bekanntlich bestehen die Gleichungen

$$\frac{\operatorname{cotang} \frac{1}{2} (v'' - v)}{\sqrt{r}} - \frac{\operatorname{cosec.} \frac{1}{2} (v'' - v)}{\sqrt{r''}} = \frac{\sin \frac{1}{2} v}{\sqrt{q}}$$
$$\frac{1}{\sqrt{r}} = \frac{\cos \frac{1}{2} v}{\sqrt{q}}$$

wenn q der Perihelabstand des Cometen ist. Man findet hier,

$$\log q = 9{,}56528$$

und die Zeit des Perihels

$$T = \text{Juli } 18{,}00817$$

Ohne die übrigen Elemente zu berechnen, erhält man

$$x = (9{,}97258) \sin (211^0\ 18'\ 25'' + v)\, r$$
$$y = (9{,}93328) \sin (288^0\ 35'\ 41'' + v)\, r$$
$$z = (9{,}79171) \sin (149^0\ 2'\ 48'' + v)\, r.$$

Hiermit ist die Rechnung beendigt; es kann aber von Interesse sein, zu sehen wie genau wohl die nicht bei der Rechnung zugezogene Declination vom Juni 23 dargestellt wird. Auf das Aequinoctium von 1857, 0 ist diese Declination nach der Beobachtung

$$+\ 40^0\ 59'\ 34''3$$

Die Rechnung ergibt $+\ 40^0\ 59'\ 35''$.

Diese fast völlige Uebereinstimmung ist, zumal die Rechnung auf fünf Decimalstellen geführt wurde, theilweise dem Zufall zuzuschreiben; indessen zeigt sie doch die grösste Zuverlässigkeit der Methode, und diess um so augenfälliger, als ein so beträchtlicher Theil des geocentrischen Laufs, 24 Grade in Rectascension, 8 Grade in der Declination umfasst werden. Dieser Umstand nämlich erschwert es offenbar, sich an die Beobachtungen innerhalb gewisser Grenzen anzuschliessen, während er die Sicherheit der Bahnbestim-

mung an und für sich erhöht. Gewöhnlich werden zwei Hypothesen eine hinreichende Genauigkeit gewähren, ganz besonders aber dann, wenn die unvollständige Beobachtung die zweite ist. In Nr. 1103 der Astr. Nachr. hat Dr. Pape aus den Beobachtungen Juni 23, Juli 3 zu Berlin und Juli 14 zu Altona ein Elementensystem berechnet, welches nahezu als definitiv gelten kann. Er findet

$$\log q = 9{,}565259$$
$$T \quad = \text{Juli } 18{,}01175$$

womit obiges Resultat höchst befriedigend übereinstimmt.

Bestimmung der Elemente einer elliptischen Bahn aus den heliocentrischen Coordinaten zweier Oerter und der Zeit.

Es sei a die halbe grosse, b die halbe kleine Axe der Bahn, e die Excentricität, u und u' seien die beiden excentrischen, v und v'' die wahren Anomalien für die beiden Zeiten t und t', r und r' die beiden Radien Vectoren, k die verbindende Sehne. Zur Abkürzung seien auch noch die Abstände vom zweiten Brennpunkte der Ellipse $2a - r = \varrho$, $2a - r' = \varrho'$ gesetzt.

Aus den bekannten Formeln

$$r = a\,(1 - e \cos u)$$
$$r' = a\,(1 - e \cos u')$$
$$\sqrt{r}\,.\,\sin \tfrac{1}{2} v = \sqrt{a\,(1+e)}\,.\,\sin \tfrac{1}{2} u$$
$$\sqrt{r}\,.\,\cos \tfrac{1}{2} v = \sqrt{a\,(1-e)}\,.\,\cos \tfrac{1}{2} u$$

in Verbindung mit $k^2 = (r+r')^2 - 4rr' \cos \frac{1}{2}(v'-v)^2 = (r'-r)^2 - 4rr' \sin \frac{1}{2}(v'-v)^2$ leitet man leicht die folgenden Gleichungen ab

$$(4) \qquad 4a \cos \tfrac{1}{2}(u'-u) = \sqrt{(r+r'+\varkappa)(r+r'-\varkappa)} + \sqrt{(\varrho+\varrho'+\varkappa)(\varrho+\varrho'-\varkappa)}$$
$$(5) \qquad 4b \sin \tfrac{1}{2}(u'-u) = \sqrt{(\varkappa-r'+r)(\varkappa+r-r)} + \sqrt{(\varkappa-\varrho'+\varrho)(\varkappa+\varrho'-\varrho)}$$

(5) ist identisch mit der Relation

$$b \sin \tfrac{1}{2}(u'-u) = \sqrt{rr'} \sin \tfrac{1}{2}(v'-v)$$

Die Gleichung (4) zeigt, dass wenn in zwei Ellipsen die grosse Axe, die Summe der Radien Vectoren und die verbindende Sehne gleich gross sind, die Differenz der excentrischen Anomalien in beiden Ellipsen ebenfalls dieselbe ist. Es folgt aber aus der Keppler'schen Gleichung

$$\frac{k(t'-t)}{a^{3/2}} = u' - u - 2e\cos\tfrac{1}{2}(u'+u)\sin\tfrac{1}{2}(u'-u)$$

und da $1-\frac{r'}{a}=e\cos u'$, $1-\frac{r}{a}=e\cos u$, also $2-\frac{r+r'}{a}=2e\cos\frac{1}{2}(u'+u)\cos\frac{1}{2}(u'-u)$

$$\frac{k(t'-t)}{a^{3/2}} = u' - u + \frac{r+r'-2a}{a}\,.\tan\tfrac{1}{2}(u'-u)$$

Hieraus ergibt sich sofort mit Rücksicht auf (5) das Theorem von Lambert, dass, wenn in zwei Ellipsen von derselben grossen Axe die Summe zweier Radien Vectoren und die beide verbindende Sehne gleich gross sind, die Zeit welche in beiden Ellipsen gebraucht wird, den von den Radien Vectoren eingeschlossenen Bogen zu beschreiben, auch gleich gross ist. Der Inhalt der Gleichungen (4) und (5) lässt sich auf folgende Weise kurz ausdrücken:

Wenn in zwei Ellipsen die *grosse* Axe, die *Summe* zweier Radien Vectoren und die verbindende Sehne dieselben sind, so ist auch die Differenz der excentrischen und die Differenz der mittleren Anomalien in der einen Ellipse so gross als in der anderen.

Wenn in zwei Ellipsen die *kleine* Axe, die *Differenz* zweier Radien Vectoren und die verbindende Sehne gleich gross sind, so ist auch die Differenz der wahren Anomalien und die Differenz der excentrischen Anomalien in der einen Ellipse so gross als in der anderen.

Lambert folgert aus seinem Satze, dass die in einer Ellipse mit der halben grossen Axe a, der Summe der Radien $r+r'$ und der Sehne k gebrauchte Zeit sich durch ein bestimmtes Integral ausdrücken lässt, nämlich durch

$$\int_{\mu}^{\nu}\frac{x\,dx}{\sqrt{x-x^2}}$$

(nach der jetzt üblichen Bezeichnung der Grenzen), wobei $\mu=\frac{r+r'-\varkappa}{4a}$, $\nu=\frac{r+r'+\varkappa}{4a}$. Für eine andere grosse Axe muss dieses Integral mit einer Constante multiplicirt werden. Unter Vernachlässigung der Masse der Planeten ist allgemein in unserem System

$$Ca^{3/2}\int_{\mu}^{\nu}\frac{x\,dx}{\sqrt{x-x^2}}$$

der Ausdruck für die von einem Planeten gebrauchte Zeit, wenn

$$C = \frac{2}{k}, \log C = 2{,}0654486$$

Ich habe nach dieser Formel eine Tafel berechnet, welche die Grenzen des Integrals zum Argument hat und durch eine kurze Rechnung die denselben entsprechende Zeit gibt; man hat nämlich mit u und r in die Tafel einzugehen und die Differenz der dazu in der Tafel sich ergebenden Zahlen mit $a^{\frac{3}{2}}$ zu multipliciren. Aehnliche Tafeln sind schon früher berechnet, doch hätten dieselben zum Theil einer Erweiterung, zum Theil einer Modification bedurft, um für den hier vorliegenden Zweck möglichst bequem zu werden. Derselbe ist hier die Bestimmung von a aus $t' - t$, $r + r'$ und k und kann auf folgende Weise leicht erreicht werden. Man berechne mit einem angenäherten Werthe von a, der sich nach einer gleich mitzutheilenden Formel erhalten lässt, μ und r und gebrauche die Tafel. Ergibt sich die Zeit aus dieser gleich $t' - t$, so ist der Werth von a schon der richtige; findet man aber statt dessen einen anderen etwa $t' - t + T$, so bedarf der angenommene Werth von a einer Correction Δa, für welche ebenfalls unten eine Formel mitgetheilt wird.

Ich muss indessen bemerken, dass die mitgetheilte Tafel nicht alle Genauigkeit besitzt, welche man in die Rechnung mit siebenstelligen Logarithmentafeln legen kann. Wenn eine so grosse Schärfe gewünscht wird, so muss man für die letzte Correction T aus der bekannten Gleichung (Theoria motus art. 106 [3])

$$kt = a^{3/2}\,(\varepsilon - \sin\varepsilon - (\delta - \sin\delta))$$

herleiten, wobei $\sin\frac{1}{2}\delta^2 = \mu$, $\sin\frac{1}{2}\varepsilon^2 = \nu$. Ist a_0 ein der Verbesserung bedürftiger Werth von a, sind δ_0, ε_0 die entsprechenden Werthe von δ, ε, so wird also T durch die Formel

$$k\,(t' - t + T) = a_0^{\,3/2}\,(\varepsilon_0 - \sin\varepsilon_0 - (\delta_0 - \sin\delta_0))$$

gefunden.

Bei mässigen Zwischenzeiten, wie sie bei ersten Bahnbestimmungen vorkommen, kann man zunächst für a_0 die folgende Formel gebrauchen, welche

sich aus Lambert's Theorem ohne Schwierigkeit, unter Vernachlässigung der dritten und höheren Potenzen der Sehne k ableitet.

$$(6) \quad \ldots\ldots \quad \frac{1}{4a_0} = \frac{1}{r + r'} - \frac{k^2}{4k^2 (t' - t)^2}$$

Für die Correction von a_0 aus T erhält man ebenfalls leicht die Formel

$$(7) \quad \ldots\ldots\ldots \quad \Delta a_0 = \frac{2a_0^2 \, \varkappa^2}{k^2 (t' - t)^3} T$$

Es sei z. B. wie in art. 87 der Theoria motus die Differenz der wahren Anomalien 7° 34′ 53″ 73, $t' - t = 21{,}93391$ Tage. Es wird $\log k = 9{,}4525659$ und man erhält nach Formel (6) für $\log \frac{1}{a_0}$ unter Anwendung der Zech'schen Tafeln

$$\log \frac{1}{4a_0} = 8{,}9759051$$

$$\log a_0 = 0{,}4220319$$

Bildet man mit diesem Werthe die Argumente

$$\mu = \frac{r + r' - \varkappa}{4a}$$

$$\nu = \frac{r + r' - \varkappa}{4a}$$

so findet man $\mu = 0{,}374462$, $\nu = 0{,}428103$, wozu die Tafel die Zahlen 20,29036 25,39772 gibt. Die Differenz, mit $a_0^{\frac{3}{2}}$ multiplicirt, liefert

$$t' - t + T = 21{,}94040$$

$$\text{also} \quad T = 0{,}00649$$

Aus der Formel (7) bestimmt man alsdann

$$\Delta a_0 = 0{,}002333$$

also $a_0 = 2{,}644936$, $\log a_0 = 0{,}4224152$

a_0 ist jedenfalls schon nahe der richtige Werth; berechnet man deshalb $t' - t + T$ mit δ und ε, so findet man

$$\varepsilon - \sin \varepsilon - (\delta - \sin \delta) = 18092''86$$

$$t' - t + T = 21{,}93428$$

$$T = 0{,}00037$$

Man wird hieraus schliessen, dass a_0 noch der Verbesserung 0,000146 bedarf, und dass demnach $a = 2{,}645082$ $\log a = 4224391$ sein wird.

Sobald a bekannt ist, folgen die übrigen Elemente auf die leichteste Weise.

Es ergibt sich aus der Gleichung (4)

$$\cos \tfrac{1}{2} (u' - u) = \sqrt{\mu\nu} + \sqrt{(1 - \mu)(1 - \nu)} = \cos \tfrac{1}{2} (\varepsilon - \delta)$$

oder

$$u' - u = \varepsilon - \delta$$

Wegen der hier vorauszusetzenden Kleinheit von $\frac{1}{2} (u' - u)$ würde die Gleichung (4) nicht ohne diese Umformung gebraucht werden können, um $\cos \frac{1}{2} (u' - u)$ zu finden. Die Gleichung (5) gibt bei bekannten $(u' - u)$ die halbe kleine Axe oder die Excentricität. Die Bestimmung der übrigen Elemente geschieht nach den bekanntesten Formeln.

Im vorliegenden Beispiele wird

$$\begin{array}{lrrr} \frac{1}{2}\,\delta & = 37^{\circ} & 42' & 31''55 \\ \frac{1}{2}\,\varepsilon & = 40 & 50 & 35{,}64 \\ \frac{1}{2}(u' - u) & = 3 & 8 & 4{,}09 \end{array}$$

mit dem in der Theoria motus aus denselben Daten geschlossenen Resultate $\frac{1}{2} (u' - u) = 3^{0}\ 8'\ 4''06$ so gut wie vollkommen übereinstimmend.

Göttingen am 3ten April 1862.

W. Klinkerfues.

Tafel

für das Integral $\frac{2}{k}\int_0^\nu \frac{xdx}{\sqrt{x-x^2}}$; (vide pag. 206)

ν		ν		ν		ν		ν	
0.000	0.00000	0.041	0.65159	0.082	1.86695	0.123	3.47563	0.164	5.42598
0.001	0.00244	0.042	0.67579	0.083	1.90181	0.124	3.51928	0.165	5.47755
0.002	0.00693	0.043	0.70027	0.084	1.93691	0.125	3.56313	0.166	5.52935
0.003	0.01277	0.044	0.72508	0.085	1.97222	0.126	3.60720	0.167	5.58132
0.004	0,01965	0.045	0.75017	0.086	2.00776	0.127	3.65148	0.168	5.63348
0.005	0.02745	0.046	0.77555	0.087	2.04353	0.128	3.69596	0.169	5.68583
0.006	0.03608	0.047	0.80123	0.088	2.07951	0.129	3.74066	0.170	5.73837
0.007	0.04547	0.048	0.82719	0.089	2.11573	0.130	3.78555	0.171	5.79108
0.008	0.05555	0.049	0.85343	0.090	2.15216	0.131	3.83056	0.172	5.84397
0.009	0.06627	0.050	0.87996	0.091	2.18884	0.132	3.87578	0.173	5.89705
0.010	0.07767	0.051	0.90678	0.092	2.22573	0.133	3.92119	0.174	5.95032
0.011	0.08970	0.052	0.93388	0.093	2.26285	0.134	3.96682	0.175	6.00376
0.012	0.10233	0.053	0.96124	0.094	2.30019	0.135	4.01263	0.176	6.05742
0.013	0.11542	0.054	0.98888	0.095	2.33774	0.136	4.05867	0.177	6.11125
0.014	0.12893	0.055	1.01680	0.096	2.37552	0.137	4.10490	0.178	6.16526
0.015	0.14304	0.056	1.04497	0.097	2.41352	0.138	4.15133	0.179	6.21646
0.016	0.15765	0.057	1.07343	0.098	2.45173	0.139	4.19797	0.180	6.27385
0.017	0.17269	0.058	1.10214	0.099	2.49017	0.140	4.24481	0.181	6.32842
0.018	0.18823	0.059	1.13111	0.100	2.52882	0.141	4.29179	0.182	6.38317
0.019	0.20416	0.060	1.16035	0.101	2.56767	0.142	4.33898	0.183	6.43811
0.020	0.22048	0.061	1.18985	0.102	2.60673	0.143	4.38636	0.184	6.49323
0.021	0.23734	0.062	1.21961	0.103	2.64601	0.144	4.43394	0.185	6.54853
0.022	0.25460	0.063	1.24963	0.104	2.68551	0.145	4.48171	0.186	6.60402
0.023	0.27224	0.064	1.27990	0.105	2.72522	0.146	4.52970	0.187	6.65968
0.024	0.29031	0.065	1.31043	0.106	2.76515	0.147	4.57788	0.188	6.71553
0.025	0.30874	0.066	1.34121	0.107	2.80529	0.148	4.62626	0.189	6.77157
0.026	0.32755	0.067	1.37224	0.108	2.84565	0.149	4.67483	0.190	6.82778
0.027	0.34673	0.068	1.40352	0.109	2.88622	0.150	4.72361	0.191	6.88420
0.028	0.36627	0.069	1.43505	0.110	2.92701	0.151	4.77253	0.192	6.94079
0.029	0.38618	0.070	1.46683	0.111	2.96795	0.152	4.82163	0.193	6.99757
0.030	0.40645	0.071	1.49887	0.112	3.00910	0.153	4.87094	0.194	7.05452
0.031	0.42708	0.072	1.53114	0.113	3.05046	0.154	4.92044	0.195	7.11166
0.032	0.44805	0.073	1.56365	0.114	3.09204	0.155	4.97012	0.196	7.16896
0.033	0.46934	0.074	1.59641	0.115	3.13382	0.156	5.02003	0.197	7.22644
0.034	0.49100	0.075	1.62939	0.116	3.17583	0.157	5.07011	0.198	7.28411
0.035	0.51298	0.076	1.66262	0.117	3.21803	0.158	5.12039	0.199	7.34196
0.036	0.53528	0.077	1.69607	0.118	3.26045	0.159	5.17087	0.200	7.39998
0.037	0.55791	0.078	1.72978	0.119	3.30308	0.160	5.22154	0.201	7.45819
0.038	0.58035	0.079	1.76371	0.120	3.34592	0.161	5.27236	0.202	7.51658
0.039	0,60411	0.080	1.79788	0.121	3.38895	0.162	5.32338	0.203	7.57512
0.040	0.62769	0.081	1.83230	0.122	3.43218	0.163	5.37459	0.204	7.63389

ν		ν		ν		ν		ν	
0.205	7.69283	0.253	10.7343	0.301	14.1887	0.349	18.0617	0.397	22.3670
0.206	7.75194	0.254	10.8021	0.302	14.2650	0.350	18.1469	0.398	22.4614
0.207	7.81121	0.255	10.8700	0.303	14.3416	0.351	18.2323	0.399	22.5560
0.208	7.87070	0.256	10.9381	0.304	14.4184	0.352	18.3179	0.400	22.6509
0.209	7.93036	0.257	11.0064	0.305	14.4953	0.353	18.4037	0.401	22.7459
0.210	7.99020	0.258	11.0748	0.306	14.5724	0.354	18.4896	0.402	22.8411
0.211	8.05022	0.259	11.1434	0.307	14.6497	0.355	18.5758	0.403	22.9366
0.212	8.11044	0.260	11.2122	0.308	14.7272	0.356	18.6621	0.404	23.0322
0.213	8.17078	0.261	11.2812	0.309	14.8048	0.357	18.7487	0.405	23.1276
0.214	8.23137	0.262	11.3504	0.310	14.8827	0.358	18.8354	0.406	23.2240
0.215	8.29212	0.263	11.4197	0.311	14.9607	0.359	18.9223	0.407	23.3202
0.216	8.35304	0.264	11.4893	0.312	15.0389	0.360	19.0095	0.408	23.4167
0.217	8.41413	0.265	11.5590	0.313	15.1173	0.361	19.0887	0.409	23.5133
0.218	8.47544	0.266	11.6289	0.314	15.1959	0.362	19.1844	0.410	23.6101
0.219	8.53692	0.267	11.6990	0.315	15.2746	0.363	19.2719	0.411	23.7071
0.220	8.59857	0.268	11.7693	0.316	15.3535	0.364	19.3597	0.412	23.8043
0.221	8.66043	0.269	11.8397	0.317	15.4326	0.365	19.4478	0.413	23.9017
0.222	8.72246	0.270	11.9104	0.318	15.5120	0.366	19.5360	0.414	23.9994
0.223	8.78466	0.271	11.9811	0.319	15.5915	0.367	19.6245	0.415	24.0972
0.224	8.84708	0.272	12.0521	0.320	15.6711	0.368	19.7131	0.416	24.1952
0.225	8.90966	0.273	12.1232	0.321	15.7510	0.369	19.8019	0.417	24.2934
0.226	9.97248	0.274	12.1946	0.322	15.8310	0.370	19.8909	0.418	24.3919
0.227	9.03535	0.275	12.2661	0.323	15.9112	0.371	19.9801	0.419	24.4905
0.228	9.09849	0.276	12.3378	0.324	15.9916	0.372	20.0695	0.420	24.5893
0.229	9.16180	0.277	12.4097	0.325	16.0722	0.373	20.1591	0.421	24.6883
0.230	9.22529	0.278	12.4817	0.326	16.1529	0.374	20.2488	0.422	24.7876
0.231	9.28891	0.279	12.5540	0.327	16.2339	0.375	20.3388	0.423	24.8870
0.232	9.35271	0.280	12.6264	0.328	16.3150	0.376	20.4289	0.424	24.9867
0.233	9.41668	0.281	12.6990	0.329	16.3963	0.377	20.5193	0.425	25.0866
0.234	9.48087	0.282	12.7717	0.330	16.4778	0.378	20.6098	0.426	25.1866
0.235	9.54521	0.283	12.8847	0.331	16.5595	0.379	20.7006	0.427	25.2869
0.236	9.60974	0.284	12.9178	0.332	16.6414	0.380	20.7915	0.428	25.3874
0.237	9.67443	0.285	12.9911	0.333	16.7234	0.381	20.8826	0.429	25.4880
0.238	9.73934	0.286	13.0647	0.334	16.8057	0.382	20.9739	0.430	25.5889
0.239	9.80443	0.287	13.1383	0.335	16.8881	0.383	21.0654	0.431	25.6900
0.240	9.86960	0.288	13.2121	0.336	16.9707	0.384	21.1571	0.432	25.7913
0.241	9.93516	0.289	13.2862	0.337	17.0535	0.385	21.2490	0.433	25.8928
0.242	10.0008	0.290	13.3604	0.338	17.1365	0.386	21.3411	0.434	25.9945
0.243	10.0666	0.291	13.4348	0.339	17.2197	0.387	21.4334	0.435	26.0964
0.244	10.1326	0.292	13.5094	0.340	17.3031	0.388	21.5258	0.436	26.1985
0.245	10.1988	0.293	13.5841	0.341	17.3866	0.389	21.6185	0.437	26.3009
0.246	10.2651	0.294	13.6590	0.342	17.4703	0.390	21.7114	0.438	26.4034
0.247	10.3315	0.295	13.7342	0.343	17.5542	0.391	21.8045	0.439	26.5061
0.248	10.3982	0.296	13.8095	0.344	17.6383	0.392	21.8977	0.440	26.6091
0.249	10.4650	0.297	13.8849	0.345	17.7226	0.393	21.9912	0.441	26.7123
0.250	10.5320	0.298	13.9606	0.346	17.8071	0.394	22.0848	0.442	26.8156
0.251	10.5993	0.299	14.0364	0.347	17.8918	0.395	22.1787	0.443	26.9192
0.252	10.6667	0.300	14.1125	0.348	17.9766	0.396	22.2727	0.444	27.0230

ν		ν		ν		ν		ν	
0.445	27.1270	0.493	32.3736	0.541	38.1498	0.589	44.5132	0.637	51.5412
0.446	27.2312	0.494	32.4883	0.542	38.2762	0.590	44.6525	0.638	51.6954
0.447	27.3357	0.495	32.6033	0.543	38.4028	0.591	44.7921	0.639	51.8499
0.448	27.4403	0.496	32.7186	0.544	38.5296	0.592	44.9320	0.640	52.0047
0.449	27.5451	0.497	32.8340	0.545	38.6567	0.593	45.0722	0.641	52.1599
0.450	27.6502	0.498	32.9497	0.546	38.7841	0.594	45.2127	0.642	52.3155
0.451	27.7555	0.499	33.0656	0.547	38.9117	0.595	45.3535	0.643	52.4713
0.452	27.8609	0.500	33.1818	0.548	39.0396	0.596	45.4945	0.644	52.6276
0.453	27.9666	0.501	33.2982	0.549	39.1677	0.597	45.6359	0.645	52.7841
0.454	28.0726	0.502	33.4146	0.550	39.2961	0.598	45.7775	0.646	52.9410
0.455	28.1786	0.503	33.5317	0.551	39.4248	0.599	45.9195	0.647	53.0982
0.456	28.2850	0.504	33.6488	0.552	39.5537	0.600	46.0617	0.648	53.2558
0.457	28.3916	0.505	33.7661	0.553	39.6829	0.601	46.2042	0.649	53.4137
0.458	28.4983	0.506	33.8837	0.554	39.8124	0.602	46.3471	0.650	53.5719
0.459	28.6053	0.507	34.0015	0.555	39.9421	0.603	46.4902	0.651	53.7306
0.460	28.7125	0.508	34.1195	0.556	40.0721	0.604	46.6336	0.652	53.8896
0.461	28.8199	0.509	34.2378	0.557	40.2023	0.605	46.7774	0.653	54.0489
0.462	28.9275	0.510	34.3562	0.558	40.3328	0.606	46.9214	0.654	54.2086
0.463	29.0354	0.511	34.4750	0.559	40.4636	0.607	47.0658	0.655	54.3686
0.464	29.1434	0.512	34.5940	0.560	40.5946	0.608	47.2104	0.656	54.5290
0.465	29.2517	0.513	34.7132	0.561	40.7259	0.609	47.3554	0.657	54.6897
0.466	29.3602	0.514	34.8326	0.562	40.8575	0.610	47.5007	0.658	54.8508
0.467	29.4689	0.515	34.9523	0.563	40.9893	0.611	47.6462	0.659	55.0122
0.468	29.5778	0.516	35.0722	0.564	41.1214	0.612	47.7921	0.660	55.1740
0.469	29.6869	0.517	35.1924	0.565	41.2538	0.613	47.9383	0.661	55.3362
0.470	29.7963	0.518	35.3128	0.566	41.3864	0.614	48.0847	0.662	55.4987
0.471	29.9059	0.519	35.4334	0.567	41.5194	0.615	48.2315	0.663	55.6616
0.472	30.0157	0.520	35.5543	0.568	41.6525	0.616	48.3786	0.664	55.8249
0.473	30.1258	0.521	35.6754	0.569	41.7860	0.617	48.5261	0.665	55.9885
0.474	30.2361	0.522	35.7968	0.570	41.9197	0.618	48.6738	0.666	56.1525
0.475	30.3466	0.523	35.9185	0.571	42.0537	0.619	48.8218	0.667	56.3169
0.476	30.4573	0.524	36.0404	0.572	42.1880	0.620	48.9702	0.668	56.4816
0.477	30.5682	0.525	36.1625	0.573	42.3225	0.621	49.1188	0.669	56.6467
0.478	30.6794	0.526	36.2848	0.574	42.4573	0.622	49.2678	0.670	56.8122
0.479	30.7907	0.527	36.4075	0.575	42.5924	0.623	49.4171	0.671	56.9780
0.480	30.9023	0.528	36.5303	0.576	42.7278	0.624	49.5668	0.672	57.1442
0.481	31.0141	0.529	36.6534	0.577	42.8635	0.625	49.7167	0.673	57.3108
0.482	31.1262	0.530	36.7768	0.578	42.9994	0.626	49.8670	0.674	57.4778
0.483	31.2385	0.531	36.9003	0.579	43.1356	0.627	50.0175	0.675	57.6452
0.484	31.3509	0.532	37.0242	0.580	43.2721	0.628	50.1684	0.676	57.8129
0.485	31.4637	0.533	37.1482	0.581	43.4089	0.629	50.3196	0.677	57.9811
0.486	31.5767	0.534	37.2726	0.582	43.5459	0.630	50.4711	0.678	58.1496
0.487	31.6898	0.535	37.3971	0.583	43.6832	0.631	50.6230	0.679	58.3184
0.488	31.8032	0.536	37.5219	0.584	43.8209	0.632	50.7753	0.680	58.4877
0.489	31.9168	0.537	37.6470	0.585	43.9598	0.633	50.9278	0.681	58.6574
0.490	32.0306	0.538	37.7723	0.586	44.0970	0.634	51.0807	0.682	58.8274
0.491	32.1447	0.539	37.8979	0.587	44.2354	0.635	51.2339	0.683	58.9979
0.492	32.2590	0.540	38.0237	0.588	44.3742	0.636	51.3874	0.684	59.1688

ν		ν		ν		ν		ν	
0.685	59.3400	0.733	68.0597	0.781	77.9243	0.829	89.2878	0.877	102.7807
0.686	59.5117	0.734	68.2526	0.782	78.1440	0.830	89.5443	0.878	103.0920
0.687	59.6837	0.735	68.4460	0.783	78.3644	0.831	89.8016	0.879	103.4047
0.688	59.8562	0.736	68.6399	0.784	78.5854	0.832	90.0599	0.880	103.7189
0.689	60.0290	0.737	68.8343	0.785	78.8072	0.833	90.3191	0.881	104.0345
0.690	60.2023	0.738	69.0293	0.786	79.0297	0.834	90.5792	0.882	104.3516
0.691	60.3759	0.739	69.2247	0.787	79.2529	0.835	90.8403	0.883	104.6702
0.692	60.5500	0.740	69.4207	0.788	79.4767	0.836	91.1023	0.884	104.9904
0.693	60.7244	0.741	69.6170	0.789	79.7013	0.837	91.3653	0.885	105.3111
0.694	60.8993	0.742	69.8138	0.790	79.9266	0.838	91.6292	0.886	105.6335
0.695	61.0746	0.743	70.0112	0.791	80.1522	0.839	91.8942	0.887	105.9593
0.696	61.2504	0.744	70.2091	0.792	80.3787	0.840	92.1601	0.888	106.2871
0.697	61.4265	0.745	70.4075	0.793	80.6058	0.841	92.4270	0.889	106.6153
0.698	61.6031	0.746	70.6065	0.794	80.8337	0.842	92.6948	0.890	106.9452
0.699	61.7800	0.747	70.8061	0.795	81.0623	0.843	92.9637	0.891	107.2767
0.700	61.9575	0.748	71.0062	0.796	81.2917	0.844	93.2336	0.892	107.6100
0.701	62.1352	0.749	71.2069	0.797	81.5218	0.845	93.5046	0.893	107.9450
0.702	62.3134	0.750	71.4081	0.798	81.7526	0.846	93.7766	0.894	108.2818
0.703	62.4921	0.751	71.6095	0.799	81.9842	0.847	94.0496	0.895	108.6203
0.704	62.6711	0.752	71.8117	0.800	82.2165	0.848	94.3237	0.896	108.9607
0.705	62.8507	0.753	72.0143	0.801	82.4495	0.849	94.5988	0.897	109.3028
0.706	63.0306	0.754	72.2175	0.802	82.6831	0.850	94.8750	0.898	109.6468
0.707	63.2110	0.755	72.4213	0.803	82.9175	0.851	95.1524	0.899	109.9928
0.708	63.3919	0.756	72.6258	0.804	83.1526	0.852	95.4307	0.900	110.3407
0.709	63.5732	0.757	72.8308	0.805	83.3884	0.853	95.7102	0.901	110.6906
0.710	63.7549	0.758	73.0363	0.806	83.6250	0.854	95.9909	0.902	111.0424
0.711	63.9370	0.759	73.2425	0.807	83.8624	0.855	96.2726	0.903	111.3962
0.712	64.1195	0.760	73.4492	0.808	84.1005	0.856	96.5555	0.904	111.7520
0.713	64.3025	0.761	73.6562	0.809	84.3394	0.857	96.8395	0.905	112.1098
0.714	64.4858	0.762	73.8638	0.810	84.5791	0.858	97.1247	0.906	112.4696
0.715	64.6699	0.763	74.0721	0.811	84.8345	0.859	97.4111	0.907	112.8314
0.716	64.8542	0.764	74.2809	0.812	85.0608	0.860	97.6987	0.908	113.1956
0.717	65.0391	0.765	74.4904	0.813	85.3028	0.861	97.9876	0.909	113.5618
0.718	65.2244	0.766	74.7005	0.814	85.5456	0.862	98.2776	0.910	113.9305
0.719	65.4102	0.767	74.9112	0.815	85.7892	0.863	98.5687	0.911	114.3013
0.720	65.5965	0.768	75.1225	0.816	86.0337	0.864	98.8611	0.912	114.6744
0.721	65.7830	0.769	75.3345	0.817	86.2789	0.865	99.1547	0.913	115.0499
0.722	65.9701	0.770	75.5470	0.818	86.5250	0.866	99.4497	0.914	115.4277
0.723	66.1576	0.771	75.7609	0.819	86.7719	0.867	99.7459	0.915	115.8080
0.724	66.3457	0.772	75.9734	0.820	87.0196	0.868	100.0434	0.916	116.1907
0.725	66.5342	0.773	76.1876	0.821	87.2681	0.869	100.3422	0.917	116.5759
0.726	66.7232	0.774	76.4024	0.822	87.5175	0.870	100.6423	0.918	116.9637
0.727	66.9128	0.775	76.6179	0.823	87.7678	0.871	100.9438	0.919	117.3540
0.728	67.1028	0.776	76.8341	0.824	88.0189	0.872	101.2465	0.920	117.7469
0.729	67.2933	0.777	77.0509	0.825	88.2709	0.873	101.5505	0.921	118.1425
0.730	67.4843	0.778	77.2684	0.826	88.5238	0.874	101.8559	0.922	118.5409
0.731	67.6756	0.779	77.4865	0.827	88.7776	0.875	102.1627	0.923	118.9420
0.732	67.8674	0.780	77.7053	0.828	89.0323	0.876	102.4709	0.924	119.3459

ν		ν		ν		ν		ν	
0.925	119.7528	0.941	126.7075	0.957	134.7580	0.973	144.5920	0.989	158.2861
0.926	120.1625	0.942	127.1740	0.958	135.3098	0.974	145.2968	0.990	159.4116
0.927	120.5753	0.943	127.6447	0.959	135.8686	0.975	146.0159	0.991	160.6130
0.928	120.9911	0.944	128.1199	0.960	136.4345	0.976	146.7498	0.992	161.8581
0.929	121.4101	0.945	128.5995	0.961	137.0078	0.977	147.4987	0.993	163.1963
0.930	121.8322	0.946	129.0838	0.962	137.5888	0.978	148.2647	0.994	164.6348
0.931	122.2577	0.947	129.5729	0.963	138.1778	0.979	149.0494	0.995	166.1998
0.932	122.6864	0.948	130.0669	0.964	138.7752	0.980	149.8536	0.996	167.9318
0.933	123.1186	0.949	130.5659	0.965	139.3812	0.981	150.6782	0.997	169.8986
0.934	123.5542	0.950	131.0697	0.966	139.9961	0.982	151.5251	0.998	172.2328
0.935	123.9934	0.951	131.5794	0.967	140.6207	0.983	152.3964	0.999	175.2764
0.936	124.4362	0.952	132.0944	0.968	141.2552	0.984	153.2941	1.000	182.6284
0.937	124.8827	0.953	132.6151	0.969	141.8997	0.985	154.2208		
0.938	125.3329	0.954	133.1415	0.970	142.5504	0.986	155.1795		
0.939	125.7870	0.955	133.6741	0.971	143.2218	0.987	156.1735		
0.940	126.2453	0.956	134.2129	0.972	143.9011	0.988	157.2071		

Tafel

(aus Davis's Uebertragung der theoria motus, Appendix)

zur Berechnung der wahren Anomalie v eines Cometen aus der seit dem Durchgange durch das Perihel verflossenen Zeit.

Es sei q der Perihelabstand, $\tau = \frac{t}{q^{\frac{3}{2}}}$, τ_0 ein specieller Werth, welcher sich unter den Argumenten der Tafel findet, so wird $v = v_0 + A_1(\tau - \tau_0) + A_2(\tau - \tau_0)^2 + A_3(\tau - \tau_0)^3$.

τ_0	v_0	log A_1	log A_2	log A_3
0	0° 0′ 0″.00	+ 3.7005216	− 0.00000	− 9.695
2	2 47 11.83	3.7000079	0.47160	9.691
4	5 34 0.00	3.6984710	0.76930	9.681
6	8 20 1.19	3.6959236	0.93987	9.664
8	11 4 52.82	3.6923863	1.05702	9.641
10	13 48 13.31	+ 3.6878872	− 1.14430	− 9.610
12	16 29 42.39	3.6824613	1.21171	9.571
14	19 9 1.36	3.6761493	1.26497	9.525
16	21 45 58.23	3.6689972	1.30744	9.470
18	24 20 2.89	3.6610547	1.34135	9.405
20	26 51 17.15	+ 3.6523748	− 1.36825	− 9.329
22	29 19 24.78	3.6430121	1.39829	9.239
24	31 44 16.52	3.6330224	1.40535	9.130
26	34 5 44.97	3.6224621	1.41714	8.994
28	36 23 44.51	3.6113863	1.42520	8.814
30	38 38 11.23	+ 3.5998496	− 1.43003	− 8.538
32	40 49 2.74	3.5879044	1.43201	− 7.847
34	42 56 18.02	3.5756011	1.43149	+ 8.237
36	44 59 57.33	3.5629877	1.42877	8.585
38	47 0 2.00	3.5501091	1.42410	8.753
40	48 56 34.33	+ 3.5370077	− 1.41772	+ 8.857
42	50 49 37.39	3.5237227	1.40983	8.928
44	52 39 14.95	3.5102905	1.40060	8.978
46	54 25 31.32	3.4967444	1.39020	9.013
48	56 8 31.24	3.4831149	1.37878	9.038
50	57 48 19.82	+ 3.4694297	− 1.36645	+ 9.056
52	59 25 2.41	3.4557140	1.35333	9.067
54	60 58 44.53	3.4419903	1.33952	9.073
56	62 29 31.82	3.4282790	1.32512	9.076
58	63 57 29.99	3.4145981	1.31021	9.075

T_0	v_0	log A_1	log A_2	log A_3
60	65 22 44.74	3.4009637	— 1.29486	+ 9.071
64	68 5 26.60	3.3738900	1.26308	9.056
68	70 38 21.86	3.3471520	1.23025	9.035
72	73 2 13.17	3.3208214	1.19672	9.008
76	75 17 40.91	3.2949510	1.16277	9.978
80	77 25 22.94	+ 3.2695785	— 1.12863	+ 8.945
84	79 25 54.44	3.2447291	1.09447	8.910
88	81 19 47.97	3.2204185	1.06044	8.874
92	83 7 33.52	2.1966546	1.02665	8.837
96	84 49 38.62	3.1734393	0.99319	8.798
100	86 26 28.52	+ 3.1507694	— 0.96012	+ 8.760
104	87 58 26.32	3.1286388	0.92749	8.721
108	89 25 53.18	3.1070382	0.89534	8.682
112	90 49 8.43	3.0859565	0.86370	8.643
116	92 8 29.76	3.0653811	0.83257	8.605
120	93 24 13.33	+ 3.0452984	— 0.80199	+ 8.567
124	94 36 33.98	3.0256943	0.77194	8.529
128	95 45 45.25	3.0065544	0.74244	8.491
132	96 51 59.60	2.9878638	0.71347	8.454
136	97 55 28.43	+ 2.9696079	— 0.68505	+ 8.418
140	98 56 22.24	2.9517723	0.65716	8.382
144	99 54 50.68	2.9343427	0.62979	8.346
148	100 51 2.62	2.9173052	0.60293	8.311
152	101 45 6.25	2.9006462	0.57658	8.276
156	102 37 9.12	+ 2.8843526	— 0.55071	+ 8.242
160	103 27 18.23	2.8684116	0.52534	8.209
164	104 15 40.03	2.8528110	0.50043	8.176
168	105 2 20.49	2.8375388	0.47598	8.143
172	105 47 25.18	2.8225838	0.45198	8.111
176	196 30 59.23	+ 2.8079349	— 0.42841	+ 8.080
180	107 13 7.45	2.7935817	0.40526	8.049
184	107 53 54.28	2.7795141	0.38253	8.018
188	108 33 23.87	2.7657223	0.36720	8.988
192	109 11 40.10	2.7521971	0.33826	8.959
196	109 48 46.58	+ 2.7389297	— 0.31670	+ 7.930
200	110 24 46.69	2.7259114	0.29551	7.901
210	111 50 16.87	2.6944032	0.24407	7.831
220	113 9 55.67	2.6642838	0.19472	7.764
230	114 24 20.89	2.6354467	0.14732	7.700

τ_0	v_0	log A_1	log A_2	log A_3
240	115 34 4.97	+ 2.6077961	— 0.10174	+ 7.637
250	116 39 35.94	2.5812455	0.05786	7.577
260	117 41 18.16	2.5557170	0.01556	7.519
270	118 39 32.86	2.5311401	9.97476	7.463
280	119 34 38.67	2.5074507	9.93535	7.409
290	120 26 51.98	+ 2.4845910	— 9.89725	+ 7.356
300	121 16 27.30	2.4625078	9.86038	7.305
310	122 3 37.49	2.4411532	9.82467	7.256
320	122 48 34.01	2.4204831	9.79006	7.208
330	123 31 27.11	2.4004569	9.75648	7.161
340	124 12 25.97	+ 2.3810379	-- 9.72387	+ 7.116
350	124 51 38.87	2.3621918	9.69219	7.072
360	125 29 13.25	2.3438873	9.66139	7.029
370	126 5 15.87	2.3260956	9.63142	6.987
380	126 39 52.85	2.3087898	9.60224	6.947
390	127 13 9.75	+ 2.2919450	— 9.57381	+ 6.907
400	127 45 11.66	2.2755384	9.54610	6.868
420	128 45 48.63	2.2439555	9.49269	6.794
440	129 42 16.43	2.2138871	9.44176	6.723
460	130 35 2.66	2.1851991	9.39310	6.655
480	131 24 30.82	+ 2.1577741	— 9.34654	+ 6.589
500	132 11 1.09	2.1315086	9.30188	6.527
520	132 54 50.84	2.1063114	9.25901	6.467
540	133 36 15.19	2.0821011	9.21777	6.409
560	134 15 27.33	+ 2.0588051	— 9.17805	+ 96.353
580	134 52 38.80	2.0363588	9.13976	6.299
600	135 27 59.81	2.0147037	9.10278	6.247
640	136 33 45.52	2.9735615	9.03246	6.148
680	137 33 45.39	1.9350140	8.96649	6.055
720	138 28 48.27	+ 1.8987593	- 8.90438	+ 96.968
760	139 19 33.81	1.8645446	8.84571	5.885
800	140 6 34.57	1.8321564	8.79012	5.807
850	141 0 45.22	1.7939648	8.72451	5.714
900	141 50 30.05	1.7580440	8.66275	5.627
950	142 36 24.37	+ 1.7241428	— 8.60441	+ 95.544
1000	143 18 57.20	1.6920492	8.54915	5.466
1050	143 58 32.66	1.6615826	8.49665	5.392
1100	144 35 30.95	1.6325881	8.44666	5.321
1150	145 10 9.20	1.6049315	8.39896	5.254

τ_0	v_0	log A_1	log A_2	log A_3
1200	145 42 41.98	+ 1.5784963	— 8.35333	+ 95.189
1250	146 13 21.82	1.5531804	8.30962	5.127
1300	146 42 19.55	1.5288937	8.26767	5.068
1350	147 9 44.57	1.5055568	8.22735	5.011
1400	147 35 45.11	1.4830989	8.18853	5.956
1450	148 0 28.40	+ 1.4614567	— 8.15110	+ 94.903
1500	148 24 0.83	1.4405738	8.11498	4.851
1600	149 7 55.10	1.4008865	8.04631	4.754
1700	149 48 6.25	1.3636849	7.98190	4.663
1800	150 25 5.10	1.3286785	7.92126	4.576
1900	150 59 16.75	+ 1.2956243	— 7.86392	+ 94.495
2000	151 31 1.89	1.2643177	7.80971	4.418
2100	152 0 37.76	1.2345845	7.75814	4.345
2200	152 28 18.85	1.2062750	7.70903	4.275
2300	152 54 17.45	1.1792601	7.66216	4.208
2400	153 18 44.05	+ 1.1534272	— 7.61732	+ 94.145
2500	153 41 47.70	1.1286779	7.57435	4.084
2600	154 3 36.21	1.1049254	7.53310	4.025
2700	154 24 16.39	1.0820930	7.49344	4.969
2800	154 43 54.21	1.0601125	7.45526	4.914
2900	155 2 34.93	+ 1.0389230	— 7.41844	+ 93.862
3000	155 20 23.19	1.0184698	7.38289	3.811
3200	155 53 38.39	0.9795803	7.31529	3.715
3400	156 24 7.80	0.9431040	7.25186	3.625
3600	156 52 14.00	0.9087603	7.19213	3.540
3800	157 18 15.42	+ 0.9087603	— 7.13568	+ 93.459
4000	157 42 27.29	0.8763145	7.08218	3.383
4200	158 5 2.33	0.8455688	7.03133	3.311
4400	158 26 11.25	0.8163545	7.98289	3.242
4600	158 46 3.15	+ 0.7619607	— 96.93664	+ 93.176
4800	159 4 45.83	0.7365469	6.89238	3.113
5000	159 22 25.99	0.7121902	6.84996	3.053
5200	159 39 9.45	0.6888063	6.80923	2.995
5600	160 10 6.00	0.6446674	6.73234	2.885
6000	160 38 9.17	+ 0.6036264	— 96.66082	+ 92.783
6400	161 3 45.39	0.2652780	6.59398	2.688
6800	161 27 15.57	0.5292915	6.53125	2.599
7200	161 48 56.78	0.4953934	6.47215	2.514
7600	162 9 2.89	0.4633554	6.41629	2.435

z_0	v_0	log A_1	log A_2	log A_3
8000	162 27 45.39	+ 0.4329843	96.36332	+ 92.359
8400	162 45 13.90	0.4041157	6.31297	2.287
8800	163 1 36.52	0.3766081	6.26499	2.219
9200	163 17 0.16	0.3503393	6.21916	2.154
9600	163 31 30.72	0.3252029	6.17531	2.091
10000	163 45 13.32	+ 0.3011054	- 96.13326	+ 92.031
10500	164 1 20.80	0.2723199	6.08303	1.959
11000	164 16 27.66	0.2448894	6.03516	1.891
11500	164 30 40.23	0.2186921	9.98944	1.826
12000	164 44 3.94	0.1946223	6.94568	1.764
13000	165 8 42.90	+ 0.1465042	− 96.86343	+ 91.646
14000	165 30 55.26	0.1029147	5.78733	1.538
15000	165 51 4.63	0.0623627	5.71652	1.437
16000	166 9 29.58	0.0244528	5.65032	1.342
17000	166 26 24.88	9.9888624	5.58817	1.254
18000	166 42 2.53	+ 9.9553241	− 95.52959	+ 91.170
19200	166 59 18.90	9.9174751	5.46348	1.076
20400	167 15 11.32	9.8819393	5.40141	90.987
21600	167 29 51.00	9.8484507	5.34290	90.904
22800	167 43 27.11	9.8167866	5.28758	90.825
24000	167 56 7.28	+ 9.7867585	− 95.23512	+ 90.750
26000	168 15 26.77	9.7399215	5.15328	90.633
28000	168 32 51.95	9.6965794	5.07755	90.525
30000	168 48 41.17	9.6562474	5.00706	90.424
32000	169 3 8.84	9.6185347	4.94116	90.330
34000	169 16 26.46	+ 9.5831221	− 94.87926	+ 90.242
26000	169 28 43.36	9.5497452	4.82093	90.159
38000	169 40 7.19	9.5181828	4.76573	90.080
40000	169 50 44.28	9.4882481	4.71346	90.005

Tafel

für die Auflösung der Lambert'schen Gleichung und das Verhältniss des Dreieck's zum parabolischen Sector.

ζ.	log. μ.	log. η.	ζ.	log. μ.	log. η.	ζ.	log. μ.	log. η.
0.000	0.301030	0.000000	0.040	0.301146	9.999069	0.080	0.301497	9.996230
0.001	0.301030	0.000000	0.041	0.301152	9.999022	0.081	0.301509	9.996133
0.002	0.301030	9.999998	0.042	0.301158	9.998974	0.082	0.301521	9.996036
9.003	0.301031	9.999995	0.043	0.301164	9.998924	0.083	0.301533	9.995936
0.004	0.301031	9.999991	0.044	0.301171	9.998873	0.084	0.301545	9.995836
0.005	0.301032	9.999986	0.045	0.301177	9.998821	0.085	0.301558	9.995734
0.006	0.301033	9.999980	0.046	0.301184	9.998768	0.086	0.301570	9.995621
0.007	0.301034	9.999972	0.047	0.301191	9.998713	0.087	0.301583	9.995526
0.008	0.301035	9.999963	0.048	0.301198	9.998658	0.088	0.301598	9.995421
0.009	0.301036	9.999953	0.049	0.301205	9.998601	0.089	0.301609	9.995313
0.010	0.301037	9.999942	0.050	0.301212	9.998543	0.090	0.301622	9.995205
0.011	0.301039	9.999930	0.051	0.301219	9.998484	0.091	0.301636	9.995096
0.012	0.301040	9.999917	0.052	0.301227	9.998423	0.092	0.301649	9.994985
0.013	0.301042	9.999902	0.053	0.301235	9.998361	0.093	0.301663	9.994873
0.014	0.301044	9.999887	0.054	0.301242	9.998298	0.094	0.301677	9.994759
0.015	0.301046	9.999870	0.055	0.301250	9.998234	0.095	0.301691	9.994645
0.016	0.301049	9.999852	0.056	0.301258	9.998169	0.096	0.301705	9.994528
0.017	0.301051	9.999833	0.057	0.301267	9.998102	0.097	0.301719	9.994411
0.018	0.301054	9.999812	0.058	0.301275	9.998034	0.098	0.301734	9.994292
0.019	0.301056	9.999791	0.059	0.301283	9.997965	0.099	0.301748	9.994172
0.020	0.301059	9.999768	0.060	0.301292	9.997895	0.100	0.301763	9.994050
0.021	0.301062	9.999744	0.061	0.301301	9.997823	0.101	0.301778	9.993928
0.022	0.301065	9.999719	0.062	0.301310	9.997751	0.102	0.301793	9.993804
0.023	0.301068	9.999693	0.063	0.301319	9.997677	0.103	0.301808	9.993647
0.024	0.301072	9.999666	0.064	0.301328	9.997601	0.104	0.301823	9.993551
0.025	0.301075	9.999637	0.065	0.301338	9.997525	0.105	0.301839	9.993423
0.026	0.301079	9.699608	0.066	0.301347	9.997447	0.106	0.301854	9.993293
0.027	0.301083	9.999577	0.067	0.301357	9.997368	0.107	0.301870	9.993161
0.028	0.301087	9.999545	0.068	0.301367	9.997288	0.108	0.301886	9.993028
0.029	0.301091	9.999512	0.069	0.301376	9.997207	0.109	0.301902	9.992894
0.030	0.301095	9.999477	0.070	0.301387	9.997124	0.110	0.301918	9.992758
0.031	0.301099	9.999442	0.071	0.301397	9.997041	0.111	0.301934	9.992622
0.032	0.301004	9.999405	0.072	0.301408	9.996956	0.112	0.301951	9.992484
0.033	0.301109	9.999367	0.073	0.301419	9.996869	0.113	0.301968	9.992344
0.034	0.301114	9.999328	0.074	0.301429	9.996782	0.114	0.301985	9.992204
0.035	0.301119	9.999288	0.075	0.301440	9.996693	0.115	0.302002	9.992061
0.036	0.301124	9.999247	0.076	0.301451	9.996603	0.116	0.302019	9.991917
0.037	0.301129	9.999204	0.077	0.301463	9.996512	0.117	0.302037	9.991772
0.038	0.301135	9.999160	0.078	0.301474	9.996419	0.118	0.302054	9.991625
0.039	0.301140	9.999115	0.079	0.301485	9.996325	0.119	0.302072	9.991477

ζ.	log. μ.	log. η.	ζ.	log. μ.	log. η.	ζ.	log. μ.	log. η.
0.120	0.302090	9.991327	0.168	0.303144	9.982302	0.216	0.304609	9.969021
0.121	0.302108	9.991176	0.169	0.303171	9.982072	0.217	0.304645	9.968688
0.122	0.302126	9.991023	0.170	0.303197	9.981841	0.218	0.304680	9.968353
0.123	0.302144	9.990867	0.171	0.303223	9.981608	0.219	0.304716	9.968015
0.124	0.302163	9.990713	0.172	0.303250	9.981374	0.220	0.304752	9.967675
0.125	0.302181	9.990556	0.173	0.303276	9.981137	0.221	0.304788	9.967333
0.126	0.302200	9.990397	0.174	0.303303	9.980899	0.222	0.304824	9.966990
0.127	0.302219	9.990239	0.175	0.303330	9.980608	0.223	0.304860	9.966623
0.128	0.302238	9.990075	0.176	0.303358	9.980416	0.224	0.304896	9.966293
0.129	0.302258	9.990911	0.177	0.303385	9.980171	0.225	0.304933	9.965970
0.130	0.302277	9.989746	0.178	0.303413	9.979925	0.226	0.304969	9.965585
0.131	0.302297	9.989580	0.179	0.303441	9.979676	0.227	0.305006	9.965227
0.132	0.302317	9.989413	0.180	0.303469	9.979426	0.228	0.305044	9.964866
0.133	0.302337	9.989244	0.181	0.305497	9.979175	0.229	0.305081	9.964502
0.134	0.302357	9.989074	0.182	0.303526	9.978923	0.230	0.305119	9.964136
0.135	0.302377	9.988902	0.183	0.303554	9.978668	0.231	0.305157	9.963768
0.136	0.302398	9.988728	0.184	0.303583	9.978411	0.232	0.305195	9.963399
0.137	0.302419	9.988553	0.185	0.303612	9.978152	0.233	0.305233	9.963026
0.138	0.302440	9.988376	0.186	0.303642	9.977891	0.234	0.305272	9.962649
0.139	0.302460	9.988197	0.187	0.303671	9.977627	0.235	0.305310	9.962270
0.140	0.302482	9.988017	0.188	0.303701	9.977362	0.236	0.305349	9.961888
0.141	0.302503	9.987836	0.189	0.303731	9.977095	0.237	0.305389	9.961502
0.142	0.302525	9.987653	0.190	0.303761	9.976825	0.238	0.305428	9.961113
0.143	0.302546	9.987468	0.191	0.303791	9.976553	0.239	0.305468	9.960725
0.144	0.302568	9.987281	0.192	0.303821	9.976279	0.240	0.305508	9.960327
0.145	0.302590	9.987093	0.193	0.303852	9.976003	0.241	0.305549	9.959930
0.146	0.302612	9.986903	0.194	0.303882	9.975725	0.242	0.305590	9.959531
0.147	0.302635	9.986712	0.195	0.303913	9.975444	0.243	0.305632	9.959128
0.148	0.302657	9.987519	0.196	0.303944	9.975162	0.244	0.305674	9.958722
0.149	0.302680	9.986324	0.197	0.303976	9.974877	0.245	0.305716	9.958312
0.150	0.302703	9.986127	0.198	0.304007	9.974589	0.246	0.305758	9.957899
0.151	0.302726	9.985929	0.199	0.304039	9.974300	0.247	0.305801	9.957483
0.152	0.302749	9.985730	0.200	0.304071	9.974008	0.248	0.305844	9.957063
0.153	0.302772	9.985529	0.201	0.304103	9.973714	0.249	0.305887	9.956639
0.154	0.302797	9.985326	0.202	0.304135	9.973418	0.250	0.305930	9.956213
0.155	0.302819	9.985122	0.203	0.304168	9.973120	0.251	0.305973	9.955784
0.156	0.302843	9.984915	0.204	0.304201	9.972819	0.252	0.306016	9.955355
0.157	0.302868	9.984707	0.205	0.304234	9.972515	0.253	0.306059	9.954920
0.158	0.302892	9.984497	0.206	0.304267	9.972210	0.254	0.306102	9.954482
0.159	0.302916	9.984285	0.207	0.304300	9.971902	0.255	0.306146	9.954039
0.160	0.302941	9.984072	0.208	0.304334	9.971592	0.256	0.306190	9.953595
0.161	0.302966	9.983857	0.209	0.304368	9.971279	0.257	0.306234	9.953145
0.162	0.303991	9.983641	0.210	0.304402	9.970964	0.258	0.306279	9.952693
0.163	0.303016	9.983422	0.211	0.304436	9.970646	0.259	0.306324	9.952235
0.164	0.303041	9.983202	0.212	0.304470	9.970326	0.260	0.306369	9.951776
0.165	0.303066	9.982980	0.213	0.304505	9.970004	0.261	0.306414	9.951312
0.166	0.303092	9.982756	0.214	0.304539	9.969678	0.262	0.306459	9.950847
0.167	0.303118	9.982530	0.215	0.304574	9.969351	0.263	0.306505	9.950377

ζ.	log. μ.	log. η.	ζ.	log. μ.	log. η.	ζ.	log. μ.	log. η.
0.264	0.306551	9.949902	0.310	0.308957	9.923337	0.356	0.312057	9.882983
0.265	0.306597	9.949423	0.311	0.309016	9.922638	0.357	0.312154	9.881871
0.266	0.306643	9.948942	0.312	0.309075	9.921933	0.358	0.312211	9.880746
9.267	0.306690	9.948455	0.313	0.309134	9.921220	0.359	0.312289	9.879609
0.268	0.306737	9.947965	0.314	0.309194	9.920500	0.360	0.312367	9.878459
0.269	0.306785	9.947469	0.315	0.309254	9.919773	0.361	0.312446	9.877301
0.270	0.306832	9.946973	0.316	0.309314	9.919039	0.362	0.312525	9.876127
0.271	0.306880	9.946472	0.317	0.309375	9.918298	0.363	0.312605	9.874938
0.272	0.306927	9.945970	0.318	0.309436	9.917550	0.364	0.212685	9.873732
0.273	0.306975	9.945462	0.319	0.309498	9.916794	0.365	0.312765	9.872511
0.274	0.307024	9.944949	0.320	0.309560	9.916032	0.366	0.312846	9.871274
0.275	0.307072	9.944421	0.321	0.309623	9.915268	0.367	0.312927	9.870022
0.276	0.307121	9.943910	0.322	0.309686	9.914496	0.368	0.313008	9.868754
0.277	0.307170	9.943383	0.323	0.309749	9.913716	0.369	0.313090	9.867470
0.278	0.307220	9.942852	0.324	0.309813	9.912927	0.370	0.313172	9.866170
0.279	0.307270	9.942315	0.325	0.309878	9.911130	0.371	0.313256	9.864860
0.280	0.307320	9.941776	0.326	0.309942	9.911325	0.372	0.313341	9.863531
0.281	0.307370	9.941235	0.327	0.310007	9.910512	0.373	0.313427	9.862184
0.282	0.307421	9.940691	0.328	0.310073	9.909690	0.374	0.313512	9.860818
0.283	0.307471	9.940140	0.329	0.310139	9.908860	0.375	0.313598	9.859432
0.284	0.307522	9.939584	0.330	0.310205	9.908022	0.376	0.313684	9.858029
0.285	0.307574	9.939023	0.331	0.310271	9.907183	0.377	0.313771	9.856606
0.286	0.307626	9.938457	0.332	0.310337	9.906331	0.378	0.313857	9.855154
0.287	0.307678	9.937886	0.333	0.310404	9.905472	0.379	0.313945	9.853704
0.288	0.307730	9.937310	0.334	0.310471	9.904602	0.380	0.314032	9.852225
0.289	0.307783	9.936727	0.335	0.310539	9.903724	0.381	0.314122	9.850723
0.290	0.307836	9.936141	0.336	0.310607	9.902825	0.382	0.314213	9.849198
0.291	0.307889	9.935554	0.337	0.310676	9.901937	0.383	0.314304	9.847653
0.292	0.307943	9.934962	0.338	0.310745	9.901029	0.384	0.314395	9.846085
0.293	0.307996	9.934364	0.339	0.310814	9.900113	0.385	0.314487	9.844495
0.294	0.308051	9.933760	0.340	0.310884	9.899185	0.386	0.314579	9.842823
0.295	0.308105	9.933150	0.341	0.310954	9.898249	0.387	0.314671	9.841250
0.296	0.308160	9.932535	0.342	0.311025	9.897302	0.388	0.314763	9.839594
0.297	0.308215	9.931914	0.343	0.311095	9.896347	0.389	0.314856	9.837917
0.298	0.308271	9.931287	0.344	0.311167	9.895381	0.390	0.314949	9.836218
0.299	0.308327	9.930653	0.345	0.311238	9.894407	0.391	0.315042	9.834480
0.300	0.308383	9.930015	0.346	0.311310	9.893422	0.392	0.315136	9.832718
0.301	0.308439	9.929376	0.347	0.311383	9.892428	0.393	0.315229	9.830930
0.302	0.308495	9.928731	0.348	0.311455	9.891424	0.394	0.315323	9.829117
0.303	0.308551	9.928079	0.349	0.311528	9.890411	0.395	0.315417	9.827280
0.304	0.308608	9.927421	0.350	0.311602	9.889388	0.396	0.315512	9.825418
0.305	0.308666	9.926756	0.351	0.311677	9.888352	0.397	0.315607	9.823530
0.306	0.308723	9.926086	0.352	0.311758	9.887304	0.398	0.315701	9.821618
0.307	0.308781	9.925408	0.353	0.311828	9.886242	0.399	0.315797	9.819681
0.308	0.308839	9.924724	0.354	0.311904	9.885168	0.400	0.315892	9.817719
0.309	0.308898	9.924033	0.355	0.311980	9.884082			

Die vorstehende Tafel (in welcher die sechste Decimalstelle der Rechnung noch mit aufgeführt ist, um die fünfte mehr zu sichern), dient zur Bestimmung der Sehne $\varkappa$ vermittelst der Lambertschen Gleichung in folgender Weise. Man setze

$$\frac{k(t'-t)}{(r'+r)^{3/2}} = \zeta$$

so gibt die Tafel log. μ und es ist

$$\varkappa = (r + r''). \ \mu\zeta.$$

Die zweite Columne enthält den $\text{Log.} \frac{\Delta}{\text{Sector.}}$

Tafel

zur Berechnung des $\text{Loga} \frac{\text{Sector}}{\Delta}$ für jeden Kegelschnitt.

(Aus dem Berliner Astronomischen Jahrbuche für 1854).

log. cos γ'	a'		a''		b''	
0.000	0.000	9.458	0.000	36	0.0000	119
9.999	9.458	9.437	0.036	107	0.0119	118
9.998	18.895	9.415	0.143	177	0.0237	118
9.997	28.310	9.393	0.320	248	0.0355	118
9.996	37.703	9.371	0.568	317	0.0473	117
9.995	47.074	9.350	0.885	387	0.0590	118
9.994	56.424	9.329	1.272	455	0.0708	116
9.993	65.753	9.307	1.727	524	0.0824	117
9.992	75.060	9.286	2.251	591	0.0941	117
9.991	84.346	9.264	2.842	659	0.1058	116
9.990	93.610	9.243	3.501	725	0.1174	116
9.989	102.853	9.222	4.226	792	0.1290	116
9.988	112.075	9.201	5.018	858	0.1406	115
9.987	121.276	9.179	5.876	923	0.1521	115
9.986	130.455	9.158	6.799	989	0.1636	115
9.985	139.613	9.137	7.787	1.052	0.1751	114
9.984	148.750	9.116	8.839	1.117	0.1865	115
9.983	157.866	9.095	9.956	1.180	0.1980	114
9.982	166.961	9.075	11.136	1.244	0.2094	114
9.981	176.036	9.053	12.380	1.306	0.2208	113
9.980	185.089		13.686		0.2321	

$$\operatorname{tg} \psi' = \sqrt{\frac{r''}{r}}, \quad \cos \gamma' = \sin 2\psi' \cos \tfrac{1}{2} (v'' - v)$$

$$g = \frac{(t'' - t)^2}{(r \sec. \psi'^2)^3}$$

Man hat dann $\log. y' = \log. \frac{\text{Sector}}{\Delta} = a'g$ · Glied der 2. Ordnung.

$+ a''g - b''g^2$ „ „ 4. „

$+ a'''g - b'''g^2 + c'''g^3$ „ „ 6. „

wobei $a' +$ 1712,324 $\log a' = 3{,}2338859$

$b' =$ 1,0817 $\log b'' = 0{,}0341076$

$c''' =$ 0,0010149 $\log c''' = 7{,}0064167$

und die Einheit die 7. Decimale des brigg. Logarithmus von y' ist.

Tafel

für $\frac{\Delta}{\text{Sector}}$ in der Parabel nach der Gauss'schen Reihenentwicklung, Seite 198

β	$\log \frac{\Delta}{\text{Sector}}$	β	$\log \frac{\Delta}{\text{Sector}}$	β	$\log \frac{\Delta}{\text{Sector}}$
0.000	0.00000	0.010	9.99405	0.020	9.98776
0.001	9.99942	0.011	9.99344	0.021	9.98711
0.002	9.99884	0.012	9.99282	0.022	9.98645
0.003	9.99824	0.013	9.99220	0.023	9.98580
0.004	9.99766	0.014	9.99158	0.024	9.98514
0.005	9.99707	0.015	9.99095	0.025	9.98448
0.006	9.99647	0.016	9.99032	0.026	9.98381
0.007	9.99587	9.017	9.98968	0.027	9.98313
0.008	9.99526	0.018	9.98904	0.028	9.98245
0.009	9.99466	0.019	9.98840	0.029	9.98177
0.010	9.99405	0.020	9.98776	0.030	9.98108

ABHANDLUNGEN

DER

HISTORISCH-PHILOLOGISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICHEN GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN
ZU GÖTTINGEN.

ZEHNTER BAND.

Sprachwissenschaftliche Abhandlungen

von

H. Ewald.

II.

Abhandlung

über den zusammenhang des Nordischen (Türkischen), Mittelländischen, Semitischen und Koptischen sprachstammes.

Vorgetragen in der sizung der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften am 4ten Jan. 1862.

In der vorigen abhandlung wies ich, ausgehend von dem hinblicke auf das unserer zeit gestellte wahre ziel einer ächten sprachwissenschaft, auf einige der nothwendigsten bedingungen hin unter welchen wir allein hoffen können uns diesem ziele immer sicherer zu nähern. Insbesondre wurde darauf aufmerksam gemacht dass es wie an zahl beschränkte so an kraft und wirkung alles belebende und tragende geschichtliche mächte gebe welche aus dem bloßen sprachstoffe und den reinen geistigen möglichkeiten alle menschliche sprache erst wirklich schaffen und noch jede einzelne sprache wie sie erscheint und sich regt durchdringen und erhalten; mächte die man ihrem wahren wesen und ihrem ganzen wirken nach auf das genaueste erkennen müsse nicht nur wo es sich von einer einzelnen sei es alten oder neuen sprache handelt sondern auch und wo möglich noch mehr wenn man den zusammenhang aller sprachen eines ganzen sprachstammes oder zulezt gar einen höhern zusammenhang der verschiedenen sprachstämme selbst sicher überschauen wolle. Die erkenntniss dieser sprachmächte sowohl ansich ihrem ächten und wegen ihrer allgemeinen nothwendigkeit ewigen wesen nach als in ihrer geschichtlichen entwickelung durch alle alten und neuen sprachen und alle größern oder kleinern sprachstämme hindurch muss jezt überall unsre nächste sorge und unser eifrigstes bemühen seyn, bevor wir die lezten und allerdings auch all-

gemein wichtigsten aufgaben der gesammten sprachwissenschaft glücklich zu lösen hoffen können. Weil aber sogar auch diese sprachmächte wie sie sich zunächst in den einzelnen sprachen regen und noch in ihrer vollen kraft oder allmählich schwächer und aufgelöster in ihnen herrschen, nie richtig begriffen werden können wenn man nicht zuvor jede einzelne sprache gerade in bezug auf sie auf das sorgfältigste und sicherste verstanden hat, was bis heute bei weitem nochnicht auchnur bei allen dén sprachen erreicht ist die wir schon seit längerer zeit näher kennen und untersuchen konnten: so wählte ich in der vorigen abhandlung die Koptische als eine so alte und von allen uns näher liegenden sprachen und sprachstämmen so weit abstehende sprache um die in ihr und vorzüglich in ihren thatwörtern sich offenbarenden sprachmächte richtiger zu finden und zu beschreiben, welches in der kürze zugleich ein nüzlicher beitrag zur sicheren erkenntniss aller der wichtigsten und schwierigsten bestandtheile des Koptischen werden konnte. Denn só steht vielleicht zu ihrem eignen glücke noch heute unsre sprachwissenschaft dass sie sich keineswegs schon so einzig und so sicher in den reinen höhen der betrachtung über den zusammenhang aller sprachen und sprachstämme und über den lezten ursprung der menschlichen sprache selbst bewegen kann, sondern von jenen luftigen höhen wo der weite überblick so leicht scheint der irrthum aber und fall noch viel leichter und schwerer ist, immer noch sehr nothwendig zur genauesten untersuchung so unabsehbar vieler dunkeln einzelnheiten in die tiefen der erde und den bunten wechsel der geschichte sich herablassen muss[1]).

In dieser zweiten abhandlung ist nun aber mein vorhaben von dén erkenntnissen aus welche in jener ersten gewonnen wurden einen bedeutenden schritt weiter in die betrachtung des höheren zusammenhanges auch der verschiedenen und ansich fest und scharf zu trennenden sprachstämme zu wagen, indem ich die drei weitverbreiteten sprachstämme welche in alten wie in neuen zeiten den größten theil von Asien erfüllen und sich von dort schon im Alterthume stärker oder schwächer bis fast über ganz Europa ausdehnten, in das gebiet dieser untersuchungen ziehe, sie mit dem Koptisch-Afrikanischen

---

1) s. dies weiter ausgeführt in den bemerkungen über E. Renan's *de l'origine du langage* in den Gött. Gel. Anz. 1859 s. 1 – 11.

sprachstamme vergleichend zusammenstelle, und die folgerungen ziehe welche sich auf diesem neuen wege ergeben. Diese drei sprachstämme sind, um hier sogleich die bestimmten namen anzugeben mit welchen ich sie unten als den kürzesten und angemessensten bezeichnen werde, der *Nordische* welchen man auch nach einer einzelnen hauptsprache in seinem weiten kreise den Türkischen nennen könnte und in unsern zeiten auch wohl den Altai'schen oder sonst wie genannt hat; der *Mittelländische* oder, wie man ihn bisher meistens bezeichnete der Indo-Germanische oder Indo-Europäische, und der *Semitische*; ich gebrauche hier jedoch dieselben drei namen die ich schon seit 20 jahren und länger öffentlich empfahl, und welche man wohl alles sorgfältig überlegt wirklich für die entsprechendsten halten wird, da sie gerade für die zustände der Alten Welt so vollkommen passen.

Nichts steht zunächst fester und muss schärfer festgehalten werden als dass jeder dieser vier sprachstämme die vollkommenste selbständigkeit fürsich hat, und dass jeder versuch den einen aus dem andern abzuleiten völlig eitel ist. Die tiefsten und unwandelbarsten eigenthümlichkeiten aller art sind jedem von diesen vieren eingeprägt; und weiter können nicht vier menschenstämme (oder Racen) wie wir sie nach ihren leiblichen unterschieden etwa genau bestimmen und scheiden mögen, von einander getrennt seyn als es diese vier spracharten unter einander sind. Wie unwandelbar und wie gewaltig auch der stärksten vermischung und verwüstung trozend die eigenthümliche grundgestaltung eines jeden dieser vier sprachstämme sei, werden wir unten an einigen besonderen beispielen zu zeigen veranlassung haben. Man kann die verschiedenheit der sprachstämme insofern mit vollem rechte dér der menschenstämme (Racen) gleichstellen: und es ist allerdings vor allem nothwendig sich über die ebenso festen als gewaltigen grenzen nicht zu täuschen welche hier den einen immer von dem andern trennen, und alles was sich aus diesen tiefen unterschieden sowohl geschichtlich als dem wesen der menschlichen sprache nach ergibt só weit und völlig só wahr anzuerkennen als es sich bei sorgfältiger untersuchung wirklich ergibt. Meinen wir nun dennoch dass es einen lezten höhern zusammenhang zwischen diesen vier so weit von einander abstehenden sprachstämmen gebe, und zwar nicht etwa bloss einen solchen der sich aus dem inneren wesen und den unumgänglichen

nothwendigkeiten aller menschlichen sprache ergeben würde, sondern auch einen wirklich geschichtlichen: so begreifen wir wohl was damit behauptet werde, und welcher beweise es bedürfe um etwas auf den ersten blick so fern liegendes und inderthat so schwer zu beweisendes dennoch wissenschaftlich auchnur von einem richtigen anfange aus zu beweisen. Auch kommen wir hier in zeiten menschlicher geschichte hinauf welche mit der uns bekannten zu messen unmöglich ist. Im anfange aller uns bekannteren geschichte finden wir die sprachen eines und desselben sprachstammes schon völlig von einander wie örtlich so auch ihrer besondern ausbildung nach só weit geschieden dass es uns schwer wird ihren ursprünglichen zusammenhang richtig wiederzufinden und uns ein etwas sicheres bild von ihrer allmähligen trennung zu entwerfen. Aber in welche noch fast unmessbar weitere entfernungen gelangen wir wenn wir versuchsweise ähnlich die sprachstämme zusammenstellen und deren bildung aus einer ursprünglichen einheit verfolgen wollen! Und doch dürfen wir diese höhen nicht scheuen wenn wir und soweit wir sie sicher erkennen können. Und so ungemein weit der schritt von der frage nach dem zusammenhange aller sprachen desselben sprachstammes bis zu dér nach dem zusammenhange der sprachstämme selbst ist, so führt uns jener erste schritt sobald er bereits etwas sicherer zurückgelegt ist doch fast unwiderstehlich zu diesem zweiten weiter, mit dessen zurücklegung wenn sie völlig gelungen seyn wird erst das ziel dieser ganzen wissenschaft näher erreicht und alle ihre reiche frucht leichter eingesammelt werden kann.

Wir gehen jedoch hier nach dem in der ersten abhandlung angedeuteten zunächst immer nur von der frage des wort- und sazbaues in diesen drei sprachstämmen aus; und wir beginnen dabei absichtlich gerade mit

1. Dem Nordischen (Türkischen) sprachstamme

als dém welcher wie örtlich so auch seinem ganzen wesen und seinem wort- und sazbaue nach von dem Koptischen am weitesten entfernt ist. Dies ist dér sprachstamm welcher gewiss schon im Alterthume ebenso wie heute den ganzen norden Asiens und Europa's weit und breit bedeckte, aber von diesem seinem schwer zugänglichen sammelorte aus nicht selten auch südlichere ge-

genden überzog und in einigen dieser sich festsezte[1]. Kein sprachstamm hat sich früh über so weite wennauch vielfach sehr öde strecken ausgebreitet und diese meistens freilich nicht viel anziehenden länder so wenig von andern sprachstämmen bedrängt fest behauptet. Diese seine irdische lage wie sie im Großen und Ganzen schon seit den ältesten uns denkbaren zeiten unveränderlich war, hat gewiss viel dázu mitgewirkt dass er sich von dém höchst einfachen grunde aus welcher ihm eigenthümlich ist mit einer ruhe und gleichmäßigkeit und doch zugleich zu einer in ihrer art besonders hohen stufe ausgebildet hat wie kein anderer unter allen deren geschichte wir verfolgen können. Die stufe der wie unwandelbar festen ausbildung bis zu welcher er fortgeschritten ist und die er schon in den früehesten zeiten erreicht haben muss, ist keine so niedrige wie wir sie wohl bei anderen sprachstämmen weiter nach dem Südosten hin beobachten können: aber diese seine ausbildung hat sich von den einfachsten grundlagen aus só gleichmäßig und so wie in felsenfester fügung und kittung vollendet, und sie ergibt sich daher auch als so durchsichtig leicht und klar sobald man sie ihrem wesen nach richtig erkennt, dass nach allen diesen seiten kein anderer sprachstamm sich mit ihm vergleichen lässt und seine sichere erkenntniss für díe aller menschlichen Sprache sehr lehrreich werden kann. Keine plözliche erschütterung und wie verrückung der ersten grundlagen wie solche in jenen urzeiten durch gewaltige erschütterungen und umwandelungen von außen her bei andern sprachstämmen vorgekommen seyn müssen, kann dieser erfahren haben, nachdem seine völker sich einmahl in jene öderen nördlichsten strecken zurückgezogen hatten wohin die völker anderer sprachstämme ihnen zu folgen wenig lust haben konnten.

Ich stehe nicht án in dieser eigenthümlichen ausbildung des Nordischen sprachstammes zugleich einen einfluss des besonderen theiles der erde zu sehen in welchem wir allen zeichen zufolge seine wahre heimath ja seine beständige ruhige wohnung sehen müssen. Denn im allgemeinen zwar hat man in neueren zeiten dem bloßen landstriche und den irdischen verhältnissen bei

1) wir nehmen hier jedoch auf die Südindischen oder Dravidischen sprachen und ihren in den neuesten zeiten gesuchten zusammenhang mit dem Nordischen sprachstamme keine rücksicht, weil darüber in einer dritten Abhandlung zu reden ist.

weitem zuviel einfluss auf die ausbildung der einzelnen sprachen zugeschrieben, nicht bedenkend dass menschliche sprache vor allem etwas geistiges ist, dass jede sprache wohin sie im verlaufe der geschichte mit ihrem volke auch geworfen werden mag den festen geistigen leib behalten muss in welchem sie seit ihrer entstehung sich bewegt, und dass es so höchstens die reinen laute sind welche durch land und luft sich leicht stärker umwandeln lassen. Ganz anders aber war es gewiss in jenen urzeiten wo die großen sprachstämme selbst erst ihre feste geistige ausprägung empfingen: in jenen zeiten müssen wir uns allen merkmalen zufolge eine stärkere einwirkung auch der äußeren lagen und verhältnisse der völker auf die ausbildung der sprache denken; und gerade für den Nordischen sprachstamm gilt dieses sichtbar auch noch von einigen anderen bedeutsamen seiten her. Wie nämlich die ganze große ausbildung dieses sprachstammes in seiner vollesten eigenthümlichkeit ist, so spricht sich in ihm außerdem zwar eine gewaltige geistige kraft des großartigsten zusammenfassens und schweren tragens aus welche ganz an die zähe nordische kraft und ausdauer erinnert, aber auch eine gewisse härte kargheit und nüchternheit welche nicht minder unwillkürlich auf die weiten öden flächen des Nordens zurückweist: wie dieses bald weiter zu zeigen ist.

Indem also dieser sprachstamm auf jenen fast grenzenlosen gebieten sich ausbreitete und in aller ruhe seine so gleichmäßige ausbildung wie vom festesten felsengefüge empfing, zerfiel er zwar in eine ungemein große zahl mehr oder weniger von einander abstehender einzelner sprachen, da sich hier außerdem nie auf die dauer weite große reiche erhielten in welchen die einzelnen kleineren völkerschaften sich hätten enger sammeln und leichter vermischen können. Es hat zwar sehr lange gedauert bis wir eine etwas vollständigere und genügendere vorstellung von dem ganzen umfange dieses sprachstammes mit allen den einzelnen ihm angehörigen sprachen uns bilden konnten. Keine dieser sprachen ist schon im Alterthume zu einer eigentlichen schriftsprache geworden und uns als solche überkommen: was in vieler hinsicht für die sprachwissenschaft noch weit mehr zu bedauern wäre als wir es jezt bedauern müssen, wenn wir nicht wüßten dass dieser ganze sprachstamm eine zu große innere einfachheit und gleichmäßigkeit hat als dass er sich geschichtlich so schnell und so völlig umwandeln

ließe. Eine eigenthümliche alte schrift scheinen zwar manche dieser völker besessen zu haben, aber ihr andenken hat sich nur in sehr sparsamen trümmern erhalten [1], und ein mit recht so zu nennendes schriftthum ging wohl nie aus ihr hervor. Fast nur von andern völkern [2] nahmen einzelne der völker dieses weiten sprachstammes einige schriftarten an in welchen sie bücher verfassten: und die in ihnen enthaltene sprache erlaubt uns wenigstens um eine größere reihe von jahrhunderten zurück eine einsicht in ihren früheren zustand zu gewinnen. Die meisten aus dem weitzerstreuten und schwer auffindbaren großen heere dieser sprachen sind uns aber erst in unseren neuesten zeiten durch ein glückliches zusammentreffen des allgemeinen wissenschaftlichen sinnes und triebes mit den preiswürdigen aufopfernden mühen einzelner Gelehrten aufgeschlossen welche diese völker in ihren eignen oft so schwer aufzusuchenden und zu durchwandernden erdwinkeln durchforschten längere zeit unter ihnen verweilten und die laute ihrer nie zuvor von einer schrift gefesselten sprachen zuerst einem verständnisse näher brachten [3]. Und obwohl in diesen so mühevollen arbeiten bisjezt noch vieles zurück ist, so können wir doch

---

1) Ich verweise hier der kürze wegen auf dás was ich in den *Gött. Gel. Anz.* 1859 s. 175 f. bemerkte.

2) Dieser ausdruck ist absichtlich so gewählt, wiewohl hier weder der rechte ort noch raum ist die frage näher zu erörtern ob die bücherschriften aller dieser völker bloß von den Sinesen Syrern Arabern und andern völkern fremder sprachstämme entlehnt seien oder nicht.

3) Das hauptverdienst um die erforschung dieser sprachen und ihrer völker hat sich schon seit langen zeiten die Petersburger Akademie erworben: ihr verdankt man auch noch in der jüngsten zeit die veröffentlichung der hieher gehörenden zahlreichen arbeiten des zu früh verblichenen Finnen Castrén, über welche ich einen größern theil von ihnen näher berücksichtigend in den *Gött. Gel. Anz.* 1859 s. 161—178 redete. Eine sehr ausführliche abhandlung über die sprache der Jakuten gab außerdem dort schon 1851 der Akademiker O. Böhtlingk im dritten bande von Middendorff's „Reisen in dem äußersten norden und osten Sibiriens;“ und auch sonst finden sich in den schriften der Petersburger Akademie eine menge der lehrreichsten beiträge zu diesem fache. Noch bekannter sind in Deutschland die mannigfaltigen arbeiten von C. v. d. Gabelentz zur erklärung der sprachen dieses stammes.

dankbar rühmen dass wir bereits das ganze weite gebiet wenigstens im Allgemeinen sicher genug zu überschauen und zu beurtheilen vermögen. Und so sind wir jezt auch schon hinreichend im stande deutlich einzusehen welche ungemein große verschiedenheiten unter den sprachen dieses stammes von der Lappischen und Finnischen im äußersten westen bis zu der Japanischen im äußersten osten[1]) und von der Samojedischen im äußersten norden bis zu den in Persien Kleinasien und im südlichen Europa gebräuchlichen sprachen und mundarten herrsche.

Allein diese so ungemein große mannichfaltigkeit und verschiedenheit welche unter den zahlreichen sprachen Nordischen stammes troz ihrer gemeinsamen abkunft von ihm herrscht, soll hier nicht weiter verfolgt werden, da es für unsern zweck völlig genügt an einem einzigen und wo möglich dem geradesten und kräftigsten zweige des ganzen stammes seine wahre eigenthümlichkeit aufzuzeigen. Wir wählen dazu den Türkischen zweig als dén welcher wie ursprünglich örtlich so auch einem größten theile seines gesammten wesens nach die wahre mitte und wie die geradeste und vollkommenste ausbildung des ganzen stammes uns darstellen kann, soweit es überhaupt möglich ist dass der volle trieb und die ganze schöpferische anlage eines stammes sich in einem einzelnen seiner vielen zweige ausdrücke. Das Türkische zerfällt zwar selbst wieder in eine menge besonderer sprachen und mundarten, die wir theilweise schon aus ziemlich frühen zeiten kennen, theilweise erst jezt näher erkannt haben; und das Othmanische ist nur die bekannteste und als schriftsprache gebildetste aber auch mit ganz fremdartigen bestandtheilen bunt gemischteste und in sofern abweichendste sprache unter ihnen. Allein so wunderbar fest zeigt sich auch bei dem Türkischen das felsengefüge dieses sprachstammes dass sogar noch dieses Othmanische troz aller fremdartigen stoffe die am stärksten aus dem Arabischen und Persischen[2]) schwächer aus

---

1) Dass auch das Japanische troz seiner sehr eigenthümlichen ausbildung zulezt diesem stamme entsprungen seyn müsse, bemerkte ich schon in den *Gött. Gel. Anz.* 1857 s. 2023 f.

2) Man würde jedoch sehr irren wenn man meinte das Türkische habe das Arabische in derselben weise wie das Persische in seine weiten so festen und

noch andern zuflüssen in es eingedrungen sind und troz der großen umwandelungen die es dadurch gelitten dennoch in allen wesentlichsten grundlagen und bestandtheilen seinem stamme treu geblieben ist, und alles fremde bei ihm nur eingebrachtem leichtem hausgeräthe gleicht welches von innen und von außen die unerschütterlichen grundmauern eines hohen weiten hauses schmückt. Man kann daher auch diese sprache hier noch zum grunde legen sobald man sie nur im engsten zusammenhange mit allen ihren übrigen schwestern nimmt und nichts von ihr behauptet was nicht auch diese auf's vollkommenste bestätigen.

Wir müssen aber in der eben angegebenen weise die eigenthümlichkeit dieses sprachstammes hier ausführlicher entwickeln, weil die bisherigen arbeiten hier noch eine große lücke gelassen haben[1]), während es für unsern zweck von der größten wichtigkeit ist gerade seine höchste und reinste eigenthümlichkeit nach allen seiten hin so stark als möglich richtig zu erkennen.

---

hohen mauern aufgenommen, und wie auf einmal sich zweien so ungeheuren zuflüssen von außen geöffnet, was nur eine eben so ungeheure verwirrung gemacht haben würde. Alles Arabische tritt vielmehr nur vermittelst des Persischen in den Türkischen saz, sowie jenes früher schon in dieses einfließen konnte: dadurch stellt sich hier die einheit und gleichheit wieder her. Aber dasselbe gesez stimmt auch geschichtlich ganz zu dém gange auf welchem das Türkische in berührung mit der Islâmischen welt kam.

1) Wir wollen hier die früheren lehrbücher des Türkischen übergehen: aber auch weder der zu früh verstorbene A. L. Davids (London 1832) noch J. W. Redhouse (Paris 1846) haben das Türkische richtig erkannt und mit wissenschaftlicher genauigkeit beschrieben, obgleich der leztere sein werk *Grammaire raisonnée* nennt. Man könnte sich daher freuen dass in den neuesten zeiten auch geborne Türken selbst ihre sprache uns Europäern näher zu bringen suchen, wie die „Allgemeine Grammatik der Türkisch-Tatarischen sprache" von Mirza A. Kasem-Beg (aus dem Russischen Leipz. 1848) und die „Grammatik der Osmanischen sprache" von Fuâd-Efendi und Gavdat-Efendi (Deutsch bearbeitet von H. Kellgren, Helsingfors 1855) zeigen: allein beide haben von einer ihres namens werthen sprachwissenschaft keinen begriff, die beiden lezten welche sich „mitglieder des Türkischen Ministeriums des öffentlichen unterrichts" nennen noch weniger als der erstere in Rußland lebende.

Sie zeigt sich aber im allgemeinen doppelt, nämlich sowohl in dém was er als sein eignes festgefügtes hohes haus aufgebauet hat um sich in ihm seinem geiste gemäss zu bewegen als in dém was er früh hat zur seite liegen lassen und nicht zu lebendigen steinen seines hauses hat aufnehmen und verwenden wollen; und leicht erhellet dass beides hier am ende ebenso wichtig geworden ist. Wir wollen hier jedoch beides nur so kurz als möglich erklären, da manches einzelne hier bereits anders als dort bei dem Koptischen als bekannt vorausgesezt werden kann.

Ueberblicken wir nun von der einen seite alle die diesem sprachstamme völlig eigenthümlichen wirksamen mächte und von der andern die ihm mangelnden kräfte, und sehen welcher ganz besondre sprachenbau eben durch das zusammentreffen dieser thätigen mächte und dieser mängel entstand: so ist gewiss nichts denkwürdiger als dass er in allen fast als das geradeste gegentheil des Koptischen erscheint. Wir können dieses jezt an dieser stelle so leicht erkennen nachdem das ächte wesen des Koptischen in der vorigen Abhandlung so genau beschrieben ist: und hier ist noch nicht der rechte ort die gewichtigen folgerungen aus dieser beobachtung zu ziehen. Wir müssen an dieser stelle nur erst die sache selbst vollkommen richtig erkennen.

Wenden wir uns also jezt zur beobachtung des gesammten baues des Türkischen und der dafür thätigen ganz besonderen sprachmächte, so können wir sagen dieser gesammte bau mit allen den scheinbar fast unabsehlichen einzelnheiten in welchen er besteht beruhe doch zulezt nur auf der lebendigen thätigkeit dreier sprachmächte welche gerade in diesem sprachstamme sich so eigenthümlich ausgebildet haben und in ihm mit einer bewundernswerthen kraft folgerichtigkeit und gleichmäßigkeit alles bedingen und alles tragen. Sie richtig zu erkennen ist nicht bloß für diesen nächsten Türkischen sprachstamm von der größten wichtigkeit. Und näher betrachtet sind es sogar nur zwei mächte welche ihrem ausgangsorte nach einander entgegengesezt und sich in diesem sprachbaue wie kreuzend und so zusammenwirkend alles umfassen und tragen. Die eine macht bauet das wort, die andre den saz auf.

I. Das *wort* bildet sich nach dém baue áus welcher in der ersten abhandlung s. 15 ff. als der hinterbau bezeichnet ist, aber mit einer folgerichtigkeit und strenge sowie mit einer auch das denkbar stärkste und schwerste allum-

fassenden kraft dass man hier deutlicher als sonst leicht merkt was eine sprachmacht sei und mit welcher alles in éiner richtung zusammenfassenden zähen kraft sie wirken könne. Das wort ist auch im Türkischen (abgesehen von den wenigen bloßen ausrufen, die kaum im wahren sinne wörter zu nennen sind) sogleich entweder thatwort oder bloßes nennwort: und von ihm ist sehr wohl zu unterscheiden die reine wurzel oder das urwort; denn die wurzel liegt auch im Türkischen jenseits aller dér ausbildung durch welche es erst geschichtlich diese bestimmte sprache ja dieser bestimmte sprachstamm ist[1]); und von ihr deren betrachtung und richtigstellung in ein ganz anderes gebiet gehört, kann hier keine rede seyn. Eine bestimmte wurzel erscheint also entweder sogleich als den vollen lebendigen begriff eines thatwortes gebend: oder als einseitig nur einen einzelnen gegenstand bezeichnend, was ja bei den fürwörtern schlechthin gilt. Aber mag eine wurzel nun fähig seyn sogleich als thatwort oder als bloßes nennwort zu gelten: jedes urwort der art eignet sich um zuerst ausgesprochen der feste grund eines wortbaues zu werden dessen höchstes und zugleich einziges gesez ist daß eine zunächst völlig unbeschränkte zahl von näheren bestimmungen seines begriffes ihm nach der strengen stufenfolge der näheren bestimmung seines im gedanken nothwendigen sinnes untergereihet wird. Die begriffe welche sich so dem ersten sie alle eröffnenden und zugleich tragenden oder dem hauptbegriffe oder (noch treffender) oberbegriffe unterreihen und die man deshalb am richtigsten als unterbegriffe bezeichnet, sind selbst ihrem lezten ursprunge nach wurzeln und insoferne volle wörter oder doch aus solchen entsprungen: so muß man sie betrachten, und sie liegen hier ziemlich offen so vor; wiefern sie aber dennoch sich schon mehr verflüchtigen können, wird unten kurz erörtert werden. Ihre anzahl ist, wie eben gesagt, zunächst völlig unbeschränkt, und kann von einem bis (um hier nur im allgemeinen eine zahl zu sagen) zu zehn oder zwölf sich

---

1) Dass man die wurzel im Semitischen so betrachten und so behandeln müsse, habe ich von jeher gezeigt: diese ansicht welche allein fähig ist eine menge großer und schwerer irrthümer zu vermeiden, bestätigt sich auf diese art sogar auch durch den Türkischen sprachstamm, sowie sie bei allen den vier sprachstämmen gelten muß welche wir hier in nähere betrachtung ziehen.

ausdehnen: so ungemein weit kann sich ihre bloße menge ausdehnen und der eine unterbegriff sich immer wieder dem andern unterreihen; während der éine vorne als fester grund und bedeutsamer beginn gesezte begriff sie alle sich unterreihet und wie mit seiner allumfassenden zähen kraft trägt. Allein so groß diese reihe werden kann, so reihen sich die einzelnen dennoch streng nach der stufenfolge der immer nähern bestimmung des im gedanken nothwendigen sinnes des ganzen wortes; sodaß die den oberbegriff dem sinne und gedanken zufolge zunächst beschränkenden unterbegriffe, sofern sie nothwendig sind, sich ihm immer zunächst unterreihen ein jeder wieder an seiner nach dieser strengen gedankenfolge richtigen stelle, bis das ganze wort sich durch alle solche denkbare und in jedem saze je nach seinem sinne nothwendigen stufen hindurch vollendet. Und daß dieses so mit der äußersten folgerichtigkeit sich durch alle diese möglichen stufen hindurch vollzieht, mag der besondre sinn nach dem gedanken des sazes viele oder wenige unterbegriffe nöthig machen, ist eben hier wie das eigenthümlichste so das wunderbarste des wortbaues.

Da nun die zahl der den oberbegriff immer näher bestimmenden und beschränkenden unterbegriffe hier só groß ist daß vielleicht zehn bis zwölf nothwendig werden, so scheint es schwer die stufenfolge welche dennoch stets streng unter ihnen beobachtet wird im einzelnen genau zu verstehen, da doch eine so große mögliche zahl nothwendig wieder in bestimmtere einzelne gruppen zerfallen muß wenn sich nicht alles verwirren soll. Allein bei näherer betrachtung ergibt sich daß hier doch nur drei große stufen möglich sind und auch wirklich erscheinen, während auf jeder dieser drei großen stufen die begriffe sich wieder je nach dem grundgeseze dieses wortbaues streng in reihe und glied stellen müssen. Diese drei hauptstufen ergeben sich durch den fortschritt der möglichen entwicklung eines ganz einfachen begriffes bis zu seiner vollen verwendung nach dem zusammenhange der gedanken des sazes welchen der redende aussprechen will. Der begriff kann sich 1) als thatwort oder als nennwort näher bestimmen, und dann sogleich in diesem oder in jenem sinne sich wiederum durch mannichfache stufen hindurch immer feiner spalten und beschränken: dies ist díe ausbildung des wortes welche wir auch hier treffend die *stammbildung* nennen können; das wort kann aber, wie

es auch als stamm entstanden und mehr oder weniger ausgebildet seyn mag, 2) durch die beziehung auf bestimmte mehr oder wenige lebende wesen (personen, Selbste) sich näher beschränken und den allgemeinen sinn der rede immer näher begränzen, was selbst wieder sehr mannichfach seyn und mehere stufen durchlaufen kann; bis es in dieser bestimmtheit endlich 3) durch seine stellung in einem bestimmten saze nach dem grundgedanken desselben noch eine lezte nähere beschränkung erleiden kann welche selbst wieder sehr mannichfach sich im einzelnen bestimmen und sich abstufen läßt. Dies sind die drei hauptstufen[1]) nach welchen alle die in dem bestimmten falle nothwendigen unterbegriffe sich dem oberbegriffe unterreihen müssen; und wenn mehere etwa auf éiner stufe nothwendig werden, so reihen auch sie sich wiederum je nach dem obersten geseze des hinterbaues wonach das je folgende glied den begriff des vorigen immer näher beschränkt. Bei der schwierigkeit einzelner fälle ist es jedoch wohl nüzlich hier etwas genauer in diese drei hauptstufen einzugehen, um zu sehen was sie alles umfassen.

1. Schon die stammbildungen sind só mannichfach und só zahlreich daß man alle sorgfalt anwenden muß sie richtig zu erkennen. Und der einfache stamm eines thatwortes kann durch nicht weniger als drei verschiedene stufen sich aufs vielfachste zu einem immer bestimmteren stamme weiter bilden: 1) er kann gerade als thatwort den begriff der richtung der that als solcher sich aufs vielfachste näher bestimmen lassen, als doppelt oder gar dreifach ja vierfach thätiger[2]), als leidender, als innerer oder als gegenseitiger that; und

---

1) Es sind dies dieselben drei stufen welche man bei der wortbildung aller der vier hier zusammengefaßten großen sprachstämme unterscheiden und wonach man diese wissenschaftlich beschreiben muß, so verschieden übrigens der wortbau selbst bei jedem von ihnen ist. Insofern bestätigt sich auch auf diese weise vollkommen das in den *Hebräischen Sprachlehren* seit über 30 jahren von mir eingeführte verfahren: und da ich dieses einführte lange ehe mir alles dies weitere feststand, so ist die bestätigung desto sicherer.

2) Die stärksten bildungen dieser art wie das dreifach oder (wo schon das einfache thatwort starkthätigen sinnes ist) vierfach thätige ..... ويردرتدر (*virdirtdir* ...) von ... وير (*vir*) *geben* sind in der Othmanischen büchersprache selten, finden sich aber im wirklichen leben auch des Othmanischen (vgl. das oben bemerkte

alle diese möglichkeiten haben sich im Türkischen sprachstamme so aufs vollkommenste ausgebildet. Aber jedes einfache oder mehrfach näher bestimmte thatwort kann — 2) entweder gerade so bleiben, oder sich verneinend näher bestimmen: und für den lezten fall hängt sich sofort an jeden der so gebildeten stämme ein ... *ma* ... oder nach dem wechsel der stärkeren und schwächeren aussprache des ganzen wortes ein ... *me* ..., ein auch deswegen so denkwürdiges wörtchen weil es, sofern es sich so im wortbaue erhalten hat, noch ein zeugniß von dem uralten zusammenhange dieses sprachstammes mit den drei andern ist[1]); denn sonst drückt sich die verneinung im Türkischen ganz anders aus. Daß aber die verneinung sich so aufs unmittelbarste mit dem stamme des thatwortes verknüpft, ist eine nur auf den ersten blick so auffallende, inderthat aber dem wesen aller sprache völlig entsprechende erscheinung, die daher ähnlich in allen auch den verschiedensten sprachen im wesentlichen ebenso wiederkehrt. — Hat aber das einfache thatwort auch alle diese möglichen vermehrungen nicht, so muß es dennoch 3) eben als sei es einfaches oder nochso vielfach näher bestimmtes thatwort in eine bestimmtere beziehung zur zeit und möglichkeit treten in welcher die handlung in dem durch den sinn der rede bestimmten falle zu denken ist, da schon an sich keine handlung in der wirklichkeit ohne diese nähere beziehung denkbar ist. So reihen sich denn alle die beziehungen der verschiedenen zeiten und möglichkeiten der handlung streng nach dem geseze des hinterbaues an das nach den obigen zwei stufen bestimmte thatwort, indem die *modi* mit recht den *tempora* gleich gelten; und dieser ganze bau erhält sich mit solcher festigkeit daß das neuere Othmanische immerhin das Persische wörtchen اکر *(egér)* für *wenn* nach Persischer weise dem saze voranzustellen sich oft erlauben mag, ohne daß dieses übrigens im geringsten den ächt Türkischen ausdruck für das bedingende thatwort durch das dem hinterbaue gemäß an seiner stelle angehängte ... *se* ... (... *sa* ...) aufheben könnte. Und oft hängt sich einem schon völlig abgeschlossenen thatworte doch noch ein ایدی *(idi)* d. i. *es war*

---

werk von *Fuâd Efendi* und *Gavdat Efendi* s 89), und noch häufiger und stärker in andern Türkischen Sprachen, wie im Jakutischen (vgl. Böhtlingk s. 291 f.).

1) S. die erste Abh. §. 40.

an um den begriff der vergangenheit noch bestimmter hervorzuheben[1]). — Übrigens reihen sich möglicherweise auch mehere glieder so unter, das folgende immer das frühere näher bestimmend: aber man kann auch noch deutlich genug erkennen wie bei allen den vielen genauen unterscheidungen von zeit und möglichkeit der handlung welche das Türkische hier liebt, doch nur éine zeitbildung hier die dem sinne nach nächste und zugleich auch ihrer abkunft nach älteste ist, nämlich die des erzählungswortes[2]) welches durch ein ...*di* sich bildet, wie كلدى (*geldi*) *er kam*: mit ihm schließt sich dieser sprachstamm noch wie von der urzeit her an alle die übrigen hier zusammengefaßten enge genug an[3]). Weil aber kein volles thatwort ohne eine solche nähere beziehung auf ihre zeit oder ihre möglichkeit zu denken ist, so erscheint es auch nie ohne irgend ein solches nach dem hinterbaue sich anfügendes glied: nur dass der Befehl kraft des gegensazes der unruhig bewegten und verkürzten rede alle solche nähere bestimmungen wieder abwirft, wie ات

1) wie für denselben zweck das Arabische كان und Hebräische הָיָה vielmehr voran gestellt wird.

2) wie man am besten nennt was die Griechischen sprachlehrer Aorist nannten: es ist im Türkischen wie sonst in sovielen sprachen das verkürzte alte Perfectum.

3) nämlich dieses glied bedeutet ursprünglich das Leidende, und hat sich so im Semitischen und Koptischen, oder bestimmter das *part. perf. pass.* wie es sich im Mittelländischen und im Koptischen erhalten hat, s. die erste Abh. §. 3: im Türkischen aber ist in dieser bedeutung des Mittelwortes das *t* (wie auch sonst oft, vgl. unten) in *k* übergegangen, wie in den alten bildungen قرق (*kirik*) *gebrochen*, چوروك *gefault* und anderen, womit jedoch nicht ebenso wie im Mittelländischen *-in* geradezu wechselt, da wörter wie پشكن (*pishkin*) *gekocht*, *reif* vielmehr zunächst *-kin* zur endung haben. Wie aber aus diesem Mittelworte der begriff der vollendeten handlung hervorgehe, ist *Gött. Gel. Anz.* 1860 s. 811 ff. erklärt. Das hohe alter dieser Türkischen bildung كلدى *er kam* zeigt sich auch dárin dass es die einzige zeitbildung ist in welcher die Personendungen so eng mit dem thatworte verflochten und so ungemein verkürzt sind, während sogar die ihm gegenüber stehende zeit auf *-er* wie كلور (*gelür*) sich wie ein gewöhnliches Mittelwort vor die Personen sezt. Allein die beiden grundgegensäze des *Perf.* und *Imperf.* stellen sich so auch im Türkischen her (vgl. die erste Abh. §. 14 ff.).

(oder auch ايت geschrieben, *it*) *thue*! كور (*gör*) *siehe*! كتور (*gétür*) *bring* (eig. laß gehen) [1])!

Was das nennwort betrifft, so giebt es zwar viele uralte und wie seit den ältesten zeiten stehen gebliebene deren zusammenhang mit einem thatworte dunkler geworden ist, wie داغ (*dâgh*) oder طاغ *berg*, طاش (*tâsh*) *stein*, ار (*er*) *mann*, كشى (*kishi*) *mensch* oder vielmehr *person*: allein daraus folgt in diesem urkräftigen sprachstamme nicht dass deshalb jeder stamm eines thatwortes sei es eines einfachen oder zusammengesezten als solcher schon als nennwort gelten könne (wie etwa im Sinesischen und im Englischen der unterschied zwischen nenn- und thatwort oft nur noch in der beziehung und im tone des wortes liegt). Vielmehr bildet sich aus jedem thatworte das nennwort, wie es im ursprünglichen wesen der sprache als eine innere nothwendigkeit gegeben ist, erst durch eine neue bestimmtheit aus, also auf dem in diesem sprachstamme gegebenen wege durch den hinterbau: und hier ist sehr denkwürdig dass doch gerade für die einfachsten und nächsten bildungen des nennwortes so stark ein *m* oder ein *sh* (aus *t*) erscheint, welches wie noch sonst so manches hier auf einen ursprünglichen zusammenhang dieses sprachstammes mit den drei mit ihm hier zusammengefaßten zurückweist. Wörter wie صاتم *(Sâtum) der kauf* الم (*alüm*) *die annahme* gleichen ihrem stamme nach den Mittelländischen *γέννημα* जन्म; wörter wie اكلدى (*iñildi* oder اكلش (*iñlish*) *seufzer* sind noch ganz wie die Neupersischen دانش منش nach art der Mittelländischen sachwörter मनस् oder *μένος* [2]) gebildet, wiewohl dieses zeichen des sachwortes in den bildungen neuerer oder späterer art nach einer schon S. 17 berührten im Türkischen sehr beliebten lezten lautumbildung in *-k* übergegangen ist, wie in den Infinitivendungen *-mak* und *-duk* [3]), und in den aus den beschreibewörtern auf *-lu* sich ableitenden sachwörtern auf *-lik*, aber auch in wörtern wie

---

1) woraus aber nicht folgt dass man den Befehl als die erste bildung an die spize aller stellen darf, wie jezt in Türkischen sprachlehren geschieht.

2) fälle wie *caput*, यकृत् und ähnliche zeigen dass dieses *s* oder *sh* erst aus *t* umgelautet ist.

3) diese endung ـدق ergibt sich so auch nach ihrer entstehung aus dem *-di* der VZ. als reiner Infinitiv der VZ.: so habe ich sie beständig erkannt, und nur von dieser ansicht aus wird man ihren scheinbar schwierigen gebrauch sicher verstehen.

اكسك (*eksik*) *wenig* [1]). Von dem uralten *-m* (eig. *wer*) bildet sich auch gewiss unter dem hinzutreten des aus dem oben s. 17 beschriebenen *t* als zeichen des Vollendeten entstandenen *-sh* das anhängsel des Mittelwortes der vollendeten zeit *-mish*, wie كلمش (*gelmish*) *gekommen* oder als sazwort (*er*) *ist gekommen* [2]). — Entfernter liegen die häufigen beschreibewörter auf *-il*, entsprungen aus der ächt Türkischen bezeichnung des Leidenden durch *-il*, wie قزل (*kizil*) *roth* [3]), كوزل (*güzil*) *schön* eigentlich *schaubar* von كور (*gör*) *sehen*. — Auch versteht sich aus dem geseze des hinterbaues leicht wie aus nennwörtern immer neue gebildet werden können. Von jedem sachworte kann aber (den allgemeinen sprachgesezen gemäß) zunächst nur ein personbezügliches, dann erst von diesem wieder ein neues sachwort gebildet werden, wie von كوز (*göz*) *auge* كوزلو (*gözlü*) *der von auge* d. i. der augen hat, كوزلك (*gözlik*) *brillen* eigentl. das wodurch man augen hat. Wobei sich jedoch leicht versteht, dass die erste dieser beiden stufen nicht in jedem falle wirklich ausgebildet zu seyn braucht: hat z. b. ein wort mit dem oben beschriebenen anhängsel *-mek* nur noch (wie bei den meisten thatwörtern) die bedeutung eines Infinitivs wie كورمك (*görmek*) *sehen*, so muss sich aus ihm erst neu ein كورمكلك (*görmeklik*) bilden um *das Sehen* als selbständige einzelne handlung zu sezen; aber ein vorläufiges beschreibewort ist daneben nicht in gebrauch.

2. Mag nun das wort einfach geblieben oder durch diesen hinterbau vermehrt seyn: erst auf dieser stufe kann es *persönlich* werden d. i. seine nach dem jedesmaligen sinne der rede nothwendige beziehung auf ein be-

---

1) von اكسل— (*eksil*) *abnehmen*, welches aber selbst nur eine passive umbildung ist von كس— (*kes*) *schneiden*.

2) Dies allein erklärt den wahren unterschied zwischen كلمش (*gelmish*) und dem bloßen erzählungsworte كلدی: alles andre was man in neuern zeiten erdacht und gesagt hat um den unterschied zwischen den beiden zeitbildungen zu erklären, trifft nicht zu.

3) man findet daher von derselben wurzel und von derselben bedeutung *röthe* aus auch eine Infinitivbildung قزامق in der bedeutung *rothe flecken* (die krankheit, masern).

stimmtes Selbst empfangen, sei dieses ein lebendigeres oder ein unlebendigeres und wie todtes (*neutrum*), und sei jenes männlich oder weiblich; woran sich dann weiter die unterscheidung seiner zahl knüpft. Alle diese persönlichen beziehungen konnten auch im Nordischen ebensowohl wie im Mittelländischen ausgebildet werden, weil sie von vorne an im wesen aller menschlichen sprache liegen [1]). Allein gerade hier offenbart sich zum ersten mahle wiesehr das Nordische allmählig immer mehr eine sparsame karge und alles entbehrlich scheinende zur seite liegen lassende art von sprache wurde. Den unterschied des weiblichen und männlichen drückt es nicht die ganze sprache hindurch bei jedem nennworte durch den bloßen wechsel der endung aus; und ebenso drückt es den begriff der mehrheit nur wo es zum nüchternsten sinne ganz unentbehrlich ist, durch ein besonderes anhängsel aus [2]). Der sprachstamm ist hier früh zum stillstande und rückschritte gekommen: doch drückt er wenigstens den unterschied zwischen dem Lebenden und Todten ungemein deutlich aus, ja liebt (was auch für ihn sehr bezeichnend ist) gerade durch das Unlebendigere gerne zu reden [3]). — Ähnlich offenbart dieser sprachstamm das ihm eigenthümliche haushälterische verwenden der sprachmittel dadurch dass ihm der stamm für das zeitwort sogleich auch für die dritte person gilt und erst die mehrheit dieser eine äußere bezeichnung verlangt, wie گلدی (*geldi*) sogleich ist (*er*) *kam*, گلمش (*er*) *ist gekommen*. Im Semitischen kehrt dies wenigstens bei der Vollendeten Zeit als der nächsten wieder.

Etwas anderes ist es wenn jedes der fürwörter der drei personen sich in verkürzter aussprache an das ende eines vollen nennwortes hängt um die engste beziehung und beschränkung dieses auf sich selbst mit derselben kraft zu

---

1) nach *Hebr. SL.* §. 171 ff.

2) sehr herrschend ist für den begriff der mehrheit jezt das anhängsel ...لار (*lâr*) oder im Othmanischen لر (*ler*): allein es ist nur wie das neueste und längste; von älteren die ganz anders lauteten sind sonst noch spuren erhalten.

3) wie man besonders auch an der oben s. 18 erwähnten endung ...دُق (*duk*) sieht, welche bloßer Infinitiv ist, aber in so vielen fällen durch unser Mittelwort übersezt werden kann dass man sie früher irrthümlich selbst für ein solches hielt.

bezeichnen als wäre es im sinne unsres Genitiv's untergereihet, wie اوغلم (*oghlüm*) *mein sohn* von اوغل (*oghul*) *sohn*, اوغلی (*oghlu*) *sein sohn* [1]. Der begriff unseres *mein*, *dein* u. s. w. wird immer so ausgedrückt; und dies gleicht völlig der ähnlichen erscheinung im Semitischen und nach der ersten Abh. §. 6. 11 im ältesten Koptischen zugleich. Der begriff des Genitivs bildet sich danach wenigstens bei diesen fürwörtern der drei personen durch ihre unterordnung unter das nennwort dessen beziehung sie beschränken sollen: und insoferne gehört diese ganze wortbildung doch noch auf diese stufe, nur dass sie überall den schluss dieser stufe ausmacht.

3. Allein jedes bis dahin nach der durchgreifenden macht dieses éinen baugesezes gebildete wort muss endlich erst im saze seine je nach dessen sinne nothwendige stelle einnehmen: und alle die dadurch erforderlich werdenden bestimmungen reihen sich nach demselben grundgeseze des hinterbaues noch immer an. Auch hier lassen sich wieder drei stufen unterscheiden:

1) Die nächste und zugleich die größte menge solcher bestimmungen sind díe welche dem worte überhaupt erst seinen möglichen plaz im saze anweisen: das sind aber die zeichen für díe verhältnisse des wortes welche man kurz die sazverhältnisse oder Lateinisch die Casus nennen kann. Zwar

---

1) dies anhängsel für unser *sein* lautete ursprünglich voller ...*sin* oder ...*sûn*, wie sich noch an genug vielen merkmalen zeigt; und war auch dadurch ganz verschieden von dem anhängsel des Accusativs -*î*. Der auslaut des ursprünglichen wortes hat sich vorzüglich in dem nachsazwörtchen ایچون *icûn* erhalten: denn dieses unser *wegen* bedeutende wörtchen hat ursprünglich den begriff *in mitte von* der sache, von ihr gefaßt und bestimmt, und so erst wegen ihr vgl. mit dem Arabischen فی und dem Neupers. در. — Über den ursprung des wörtchens ایچ *das Innere* selbst vgl. die Gött. Gel. Anz. 1855 s. 298.

Wie im Türkischen dies -*î* je nach dem zusammenhange der rede den Genitiv oder Accusativ andeuten kann, aber dieser gleiche laut rein zufällig ist: ganz ebenso ist es mit dem -*a* im Äthiopischen, wo ገብረ Semitisches Genitivzeichen und Accusativ seyn kann, aber man sich hüten muss den ursprung des -*a* in diesen beiden ganz verschiedenen fällen zu verkennen. Es ist aber nüzlich das gleiche in so ganz verschiedenen sprachstämmen wiederkehren zu sehen. Woher jedoch dieses beidemahl ganz verschiedene -*a* im Äthiopischen komme, habe ich sonst schon erklärt.

wo das nennwort zugleich das grundwort[1]) des sazes ist, da hat das Türkische ebenso wenig ein bedürfniss es durch ein besonderes zeichen noch hervorzuheben als wo es für sich allein schon die aussage[2]) enthält; hier bewährt das Türkische wieder die ihm eigenthümliche kürze und sparsamkeit im ausdrucke, worin es aber in diesem falle mit dem Koptischen bis auf eine bei diesem eintretende große ausnahme[3]) und mit den meisten Semitischen sprachen zusammentrifft. Die sogen. *casus obliqui* aber werden alle im weitesten sinne dieses wortes so ausgedrückt: und indem das nennwort auf diese art alle die bloss bezüglichen und abhängigen verhältnisse in welchen es im saze möglich ist genau bezeichnet, bedarf es eben zur unterscheidung seines geraden verhältnisses oder des Nominatives nothdürftig wenigstens keines besondern zeichens.

Dabei zeigt sich aber sofort ein denkwürdiger unterschied zwischen den einzelnen anhängseln welche so dem nennworte sich noch anreihen. Da nämlich alle diese verhältnisse nur die beziehungen des nennwortes zu einem andern mächtigeren begriffe im saze ausdrücken und insoferne wennauch geistig gewandte räumliche begriffe ausdrücken, so sondern sich aus ihrer ansich sehr weiten menge einige aus welche raumverhältnisse nur im allgemeinsten sinne bezeichnen, die daher auch am häufigsten gebraucht werden und eben dieses häufigsten gebrauches wegen auch am stärksten verkürzt sind. Dies sind die gewöhnlich so genannten Casus, da wirklich eine ähnliche erscheinung in allen sprachen wiederkehrt. Im Türkischen kann man so einen Accusativ Dativ Comitativ Locativ und Ablativ, und neben diesen fünfen noch einen Genitiv unterscheiden welcher aber als schon von vorne an einen reingeistigen begriff ausdrückend im Türkischen sich noch so klar als ein sehr verschiedener Casus sondert und im ganzen erst seltener gebraucht wird[4]) obwohl er im Othmanischen schon sehr häufig angewandt wird. Alle die übrigen näheren be-

---

1) das *Subject.*

2) das *Prädicat.*

3) welche ihrem grunde und ihrer weiten ausdehnung nach in der ersten Abh. §. 12 s. 26 erläutert ist.

4) im Jakutischen findet er sich noch gar nicht, nach der beschreibung bei Böhtlingk.

stimmungen dieses sinnes müssen sich daher auch erst einem dieser nächsten Casus anschließen, wie sogar in der redensart شمدیه دکین (*shimdije degin*) *bis heute* [1]) das دکن *bis* sich nur einem Dative anhängen kann. Allein auf die wichtige ähnlichkeit welche hier sogar noch das Sanskrit mit dem Türkischen zeigt, wird unten hingewiesen werden. Doch kann ein längeres verhältniß-wörtchen wie اوزره (*üzre*) *über* auch trozdem dass es mit dem vorigen nenn-worte weniger eng verwachsen ist unmittelbar ihm untergereihet werden: sodass man sieht wie gewiss dennoch die uns aus unseren sprachen geläufige beschränkung der Casus auf eine kleine anzahl im Türkischen nicht anwendbar ist.

2) Begriffe des maßes oder der vergleichung sofern sie den begriff des wortes beschränken, wie ....جه (*ǵe*) *wie* [2]), کبی (*gibi*) das etwas stärkere *eben wie*, das so häufige دخی [3]) in fällen wie بردخی (*bir dácha*) *noch eins*. Hieher würden daher auch die verbindungswörter gehören welche ja im Mittelländischen ursprünglich so beständig den wörtern sich anhängen können: allein gerade bei ihnen trifft im Türkischen etwas besonderes ein, was besser unten berührt wird.

3) Aber zulezt gehört ganz mit recht auch das fragwörtchen hieher: und nichts ist lehrreicher als dies. Denn während das fragwörtchen im Mittelländischen allerdings auch wie im Türkischen sich dem worte anhängen kann, tritt es doch auch oft an die spize des sazes: wogegen das Türkische seinem ganzen wesen getreu es nur an dem ende des wortes duldet. Aber eben deshalb unterscheidet das Türkische auch strenger zu welchem worte es nach dem wahren

---

1) dies شمدی (*shimdi*) *heute* besteht ebenso wie das vorne etwas schwächer lautende und nur noch unserm *nun* entsprechende امدی (*imdi*) seinem ersten gliede nach aus einem fürworte, seinem zweiten nach aus demselben uralten worte *di* welches dem दिव und dem Lat. *dies* entsprechend einst auch im Türkischen statt des jezt in ihm gewöhnlichen کون (*gün*) den tag bedeutet haben muß; ein anderes mit ihm zusammenhängendes wort wird unten erläutert werden.

2) womit aber ursprünglich auch ...*te* wechselte, wie نته (*nité*) *wie?* abstammend von نه *was?* zeigt; denn daneben gilt نیجه als das stärkere *wie? wieviel?*

3) auch der jezigen aussprache gemäß دها geschrieben und in ده verkürzt.

sinne jedes sazes wirklich gehöre. Denn streng genommen bezieht sich der sinn der frage doch immer nur auf einen theil des sazes, und zunächst entweder auf die aussage oder auf das grundwort: und indem das Türkische sich an dieses nächste gesez des denkens hält, hängt es das ...*mi* als das einzige reine fragwörtchen welches ihm dient, immer nur dém theile an welches die frage treffen soll. So kann es sogar einem jeden vollen d. i. auch durch die bestimmung der zeit und des verhältnisses der handlung hindurch ausgebildeten stamme des thatwortes sich anhängen während die person erst folgt, wie كلورمى سن (*gelürmi sen*) *kommst du*? Denn bei dem stamme für das alte *perf.* كلدى kann eine solche einschaltung des fragwörtchens allerdings nichtmehr stattfinden, weil die bezeichnung der person sich nach s. 17 schon zu eng und völlig wie unzertrennbar mit ihm verschlungen hat.

Aber so wird dieses wörtchen, da es überhaupt im hinterbaue das lezte wird, außer dem s. 16 erwähnten *idi* auch das einzige welches noch hinter jedem vollen d. i. mit der personbezeichnung versehenen thatworte seine stelle findet, wie كلورسنمى (*gelürsenmi*) *kommst dú*? Denn sonst bilden bei dem reinen thatworte die personbezeichnungen immer den schluß des hinterbaues: so klar hat sich im Türkischen der ursprünglichste bau jedes thatwortes erhalten, wonach es doch immer aus den beiden grundhälften jedes sazes besteht, sodass die personbezeichnung schon fürsich die ganze eine grundhälfte ausmacht. Während dem stamme des nennwortes auch nachdem die personbezeichnung hinzugetreten noch die bezeichnung der sazverhältnisse sich anfügt, und die *Modi* des thatwortes doch leicht eine gewisse ähnlichkeit mit den *Casus* des nennwortes annehmen können, ist es bei dem Türkischen unmöglich etwas einem Modus ähnliches noch hinter dem personzeichen des thatwortes anzuhängen: denn man kann zwar die bezeichnung des willensausdruckes (Voluntativ's) in bildungen wie كلهلر (*geléler*) lat. *veniant* und كلهلم (*gelélüm*) *veniamus*! aus der übertragung eines Dativs auf das *zu* thuende[1]) ableiten; allein auch diese bezeichnung eines *Modus verbi* hängt sich noch unmittelbar an den stamm des thatwortes. Aber derselbe abschluß des baues des that-

---

1) vgl. لِيَكْتُبْ *er schreibe*! und fließender لِيَكْتُبَ *daß* (damit) *er schreibe* im Arabischen.

wortes mit dem personzeichen findet sich auch in allen alten sprachen des Mittelländischen [1]; und erst das Semitische hat besonders in einigen seiner sprachen eine größere äußere gleichheit der *Modi* mit dem *Casus* durchgeführt [2]. — Alles dies wie es hier in seinen wahren grundzügen gezeichnet ist zusammengenommen gibt uns erst ein ächtes bild vom wesen des Türkischen wortbaues: und es erhellet nun vonselbst welche reinste eigenthümlichkeit dieser sprachstamm in ihm besizt und mit welcher staunenswerthen einfachheit und gleichmäßigkeit aber auch großartigkeit und vollendung er durchgeführt ist. Wir schließen hier noch einige folgerungen an, welche sich aus ihm für ihn selbst ergeben.

Dieser sprachstamm kann demnach die längsten wörter bilden welche doch noch immer einfache bleiben und deren wesentliches kennzeichen eben ihre strenge einheit und insichgeschlossenheit ist. Denn es ist wohl zu beachten dass hier durchaus keine wortzusammensezung stattfindet, die man mit recht so nennen könnte und die wir unten als eine der höchsten eigenthümlichkeiten des Mittelländischen erkennen werden: durch solche wortzusammensezung ungemein lange wörter zu bilden ist leicht, aber von solchen ist hier gar keine rede. Dem ungeachtet können in diesem sprachstamme auch sehr kurze wörter seyn: und wirklich sind es von nennwörtern alle welche die einfachsten begriffe geben und dazu im saze nicht in ein abhängiges verhältniss (einen *casus obl.*) treten, da der sprachstamm nach s. 22 kein äußeres zeichen für den Nominativ hat; wie die oben s. 18 bemerkten, wie نه (*ne*) *was*?

1) erst das neuere Persische bildet sich einen Voluntativ oder Optativ durch den ansaz eines Vocales hinter den Personzeichen.

2) im Semitischen ist es vorzüglich nur das Arabische welches diese gleichheit vollkommen durchgeführt hat und welches gerade darin eine im kreise des Semitischen selbst so hervorragende eigenthümlichkeit besizt; denn sogar das Äthiopische steht ihm darin nicht zur seite. So vollkommen ausgebildet nun wie wir diese Gleichheit im Arabischen sehen können, ist sie gewiss in jener Semitischen ursprache woraus auch das Arabische sich erst hervorgebildet hat, nochnicht dagewesen, obwohl jene die Personzeichen des thatwortes nach den Modi schon ähnlich abgewechselt haben kann wie sie in den Mittelländischen sprachen nach der grundspaltung der Tempora und Modi in ihre zwei hälften wechseln.

und sonst soviele. Bei einem einfachen thatworte wird aber dasselbe nach s. 17 f. nur bei dem Befehle möglich, wie براق (*brâq*) *wirf!* [1]) und die andern oben angemerkten fälle.

Aber so langgedehnt auch diese wörter werden können, doch baut sich das wort mit allen seinen kürzern oder längeren gliedern die es nach hinten hin streckt, allein aus dem einfachen worte áuf welches stets in strenger reihe vorne bleiben muss, den oberbegriff behält, und wie schwach es oft auch den lauten nach seyn mag doch geistig alles in noch so langer reihe ihm sich hinten anreihende zusammenfaßt und beherrscht. So stark und so zähe ist hier das feste zusammenhalten sonst leicht aus einander fallender einzelner glieder eines höhern Ganzen; und so einfach folgerichtig waltet die hier herrschend gewordene sprachmacht. Aber aus der beherrschenden kraft und gewalt welche so der oberbegriff vorne über seine nebenbegriffe übt und die es ihm ermöglicht sie alle zu einer festen einheit zu zwingen, erklärt sich auch die wechselnde aussprache des wortes durch alle seine Sylben hindurch, je wie in der ersten Sylbe ein härterer oder weicherer vocal seinen siz hat. Dieser gleichlaut durch alle Sylben des wortes hindurch, sodass dem vorne beginnenden härteren vocale ganz durch gleich harte laute entsprechen und umgekehrt, wonach jedes längere wort nur wie aus éiner der beiden grundseiten aller laute heraus erschallt [2]), zeigt sich obwohl auch sonst in allen sprachen manches ähnliche wiederkehrt, dennoch in keinem sprachstamme so fest ausgebildet und so unwandelbar bleibend als im Nordischen, sodass er selbst eine besondre eigenthümlichkeit desselben ausmacht. Auch hat man diese eigenthümlichkeit bei dem Türkischen, wie sie sich sogar in der für das Türkische so wenig passenden Arabischen schrift wenigstens theilweise ausdrückt, zwar schon längst bemerkt, aber die wahre ursache und erste veranlassung desselben kann nur in dem hier erklärten grundgeseze des wortbaues

---

1) diese Türkische wurzel entspricht auch der bedeutung nach unserm *werfen* mehr als (woran man vielleicht auch denken könnte) unserm *bringen*.

2) im Sanskrit wie im Persischen hat sich ein solcher gleichlaut nach dem unterschiede der hellen oder dunkeln aussprache wohl in den mitlauten, nicht aber zugleich in den vocalen des wortes durchgebildet; auch beherrscht er bei weitem nicht so wie hier das ganze wort.

dieses ganzen sprachstammes liegen [1]). Auch kann nur diese in dem ganzen sprachstamme so tief gegründete erscheinung lehren dass doch auch bei ihm ungemein viel feineres gehör und gefühl für die laute als solche rege war, da dieser wechsel von (um nach heutiger art so zu reden) rein musikalischer art ist.

Aber diese soeben berührte erscheinung beweist noch etwas anderes was uns hier besonders wichtig ist. Die gewaltige beherrschung der ganzen lautart des wortes nach ihrem doppelten spiele von seinem ersten gliede aus zeigt insbesondre auch welche höhere einheit das ganze wennauch durch den hinterbau nur nach der einen seite hin wechselnde wort dennoch fest zusammenhält und wie mit éinen warmen hauche belebt. Folgt nun schon hieraus dass dieser sprachstamm die einzelnen urglieder aus welchen das wort besteht nicht bloss so ganz lose und roh neben einander bleiben läßt [2]), so zeigen eine menge noch stärkerer erscheinungen dass in ihm die immer engere ineinanderverschmelzung der urglieder des wortes schon im vollen werden ist und der sprachstamm hierin sich schon nicht wenig dem Mittelländischen und dem Semitischen nähert. Und gerade dass das alles sich in diesem sprachstamme erst wie im werden zeigt, ist hier so lehrreich. Auch versteht sich leicht warum diese verschmelzung sich ammeisten bei der stammbildung zeigt. In ihr sind die ursprünglichen anhängsel oft schon verschwindend klein und nur noch fein hörbar: wie das anhängsel für den neuen thätigkeitsbegriff nach s. 15 zwar ursprünglich ...*tûr* oder ...*dûr* d. i. *thun* lautet, aber sehr viel schon zum bloßen ...*t* (oder umgekehrt zu ...*ar*) verkürzt ist, wie in ايت (*âit*) *sagen* [3]) und اشت (*ishit*) *hören* [4]), deren ...*t* sich außerdem vor einem

1) Auch kann man dagegen nicht einwenden dass der Accent in so mancher jezigen Türkischen sprache auf der endsylbe liege: der wortaccent ändert sich eben auch durch spätere einflüsse leicht bloss mundartig, wie z. b. das Syrische neben dem Chaldäischen so deutlich zeigt.

2) wie sich dies allerdings in anderen sprachen zeigt, von welchen ich in der dritten Abhandlung zu reden gedenke.

3) die wurzel dieses im Türkischen ganz gewöhnlichen wortes für *sagen* ist sicher dieselbe welche sich noch in آي (*âi*) *mond* wiederfindet und eigentlich ein *hell seyn* bedeutete; ähnlich wie das s. 23 erwähnte noch ältere wort für *sagen* (eig.

folgenden vocale in demselben worte in *d* erweicht. Ja die abkunft eines nennwortes von dem entsprechenden thatworte ist oft nur noch durch einen lautwechsel hörbar, wie كوز (*göz*) *auge* von ...كور (*gör*) *sehen*, سوز (*söz*) *wort* von ...سويله (*söile*..) *reden*, اش oder ايش (*ish*) *that* von jenem s. 17 f. erwähnten *it*... *thun*[1]). Aber die verschmelzung reicht hie und da auch schon bis in die beiden lezten großen stufen der wortbildung, wie das ...*lüm* in fällen wie ايدلم (*idélüm*) *thun wir*! s. 24[2]) und das so häufige اشته (*ishte*)[3]) zeigt welches eigentlich ein Locativ ist in welchem das *d* wegen des vorigen dumpferen mitlautes in *t* überging.

II. Kaum aber hat man im wortbaue die hohe eigenthümlichkeit des Nordischen sprachstammes und wie alles in ihm streng nur von éiner macht ausgehe richtig erkannt, so muss man durch die andere beobachtung überrascht werden dass alles übrige in der sprache ebenfalls zwar nur durch éine macht geleitet und bestimmt werde aber durch eine der ersten gerade entgegengesezt wirkende. Außer der bedeutung und dem baue der einzelnen wörter handelt es sich nämlich in allen sprachen allerdings nur um die art wie die einzelnen wörter zu säzen und sazgliedern zusammentreten: und dass auch dabei in der sprache alles mit der strengsten schärfe nur von éiner macht ausgehen kann welche in einer bestimmten richtung alles leitet und beherrscht, zeigt kein sprachstamm an einem só großen und klaren beispiele wie dieser. Aber das äußerst denkwürdige ist hier sogleich dass diese über das einzelne wort

---

erklären) دو welches nur noch zur anführung einer rede dient, auf den begriff des klaren zurückgeht.

4) dies ist demnach mit श्रु und ἀκούω ebenso verwandt wie im Neupersischen ...شنو von diesem Mittelländischen worte nur noch der laut *shi*... übrig ist.

1) wie der zischlaut aber das nennwort unterscheiden oder vielmehr sich in ihm erhalten kann ist aus dem oben s. 18 gesagten zu schließen.

2) das ...*lüm* der ersten person der mehrheit ist nämlich durch die bloße kraft der kürze des befehles offenbar aus dem ...*lar* der mehrheit und dem ...*m* der ersten person zusammengezogen, aber auf eine ganz ungewöhnliche weise und sogar mit verschiebung der laute.

3) man übersezt es gewöhnlich *sieh*! eigentlich aber ist es das Lat. *profecto*! von jenem اش *that*.

hinausreichende säze und sazglieder bildende macht in der gerade entgegengesezten richtung wirkt wie jene das wort bildende. Sie führt nicht wie jene einen hinterbau sondern gerade umgekehrt einen vorderbau auf, und hält alle wörter welche unter die höhere einheit eines sazes oder saztheiles sich beugen sollen vom ende aus scharf zusammen, sodass die rede vorne schneller eilen kann und nur erst am ende ihre ruhe findet. Auf diese art kreuzt die macht dieser richtung und dieser bewegung vollkommen die vorige, als spräche sich so am stärksten und deutlichsten die wahrheit aus dass die macht des gedankens welche säze und sazglieder aufbauet und alle die einzelnen worte unter eine neue höhere einheit bringt, wirklich noch eine ganz andre ist als die bloss das wort bildende und tragende. Das wort tritt also auch in seiner völligen verschiedenheit vom saze hier ebenso in aller klarheit hervor wie der saz in seiner verschiedenheit vom worte; und kann der hinterbau nicht leicht soviel umfassen und tragen wie der vorderbau weil bei diesem die kraft sich leicht vorne mäßigen kann um am ende erst mit der sogleich folgenden ruhe sich am stärksten zu äußern, so kann man wohl sagen von beiden seiten sei gerade dieser bau der am nächsten liegende; ja man kann mit recht hinzufügen dieses beständige sichkreuzen der beiden die ganze sprache aufbauenden hauptmächte sei eine der einfachsten und nächsten aber auch mächtigsten lebensregungen aller menschlichen sprache, und es müsse wahrhaft eine der reinsten ursprachen aller menschheit seyn in welcher sich dies alles mit solcher tiefen bedeutsamkeit und solcher einfachen folgerichtigkeit erhalten habe.

Die menge der glieder nun welche diese zweite macht zu éinem Ganzen vereinigen kann, ist nothwendig noch weit größer und dehnbarer als die vom wortbaue zu umspannende. Aber wie die reihe in welcher die einzelnen glieder folgen müssen bei dem wortbaue sich strenge nach dem sinne des hinterbaues só vollenden muss dass der begriff des wortes in jedem folgenden gliede immer weiter beschränkt wird, so reihet sich umgekehrt hier wo der eine begriff zur beschränkung des andern dienen kann der beschränkende immer voran; und auch hier wird dadurch die reihe sowohl der kleinsten als der größten menge der möglichen glieder dem geseze des vorderbaues gemäss, weil es zugleich zur erklärung des sinnes der rede dient, auf das genaueste bestimmt. Denn soviele glieder kürzeren oder längeren umfanges sich ein-

finden mögen, immer muss das beschränkende dem beschränkten vorangehen.

Aber da diese macht alle worte ohne ausnahme umfassen und dem sinne der rede gemäss an ihren rechten ort stellen muss, so ergeben sich hier nach den begriffen selbst welche sich zusammenreihen und vereinigen sollen im einzelnen sehr verschiedenartige verbindungen. Die ungemein große mannichfaltige menge dieser verbindungen welche sich só ergibt kann man indessen sofort in drei große gebiete eintheilen, sobald man wohl beachtet wie überhaupt worte in einem saze durch den sinn der rede zusammentreten und eine engere oder losere einheit des gedankens zu bilden vermögen.

1. Jedes dingwort[1]) kann seinen begriff auf die vielfachste weise beschränken: aber mag es sich durch ein bloßes fürwort oder ein beschreibewort oder durch ein dingwort selbst beschränken, immer sind diese ihm vorantretenden nennwörter von ihm só abhängig dass es im saze dennoch nur allein eine volle lebendige stelle hat und demnach dem eigenthümlichen wortbaue gemäss in den bestimmten Casus tritt. Scheint diese engere zusammenfassung von begriffen von welchen jeder an gewicht einem vollen worte gleicht nun der uns aus dem Mittelländischen so bekannten wortzusammensezung zu entsprechen, so ist sie dennoch etwas anderes, und im ganzen sprachgefühle streng von ihr verschieden: wie aus dem unten bei dem Mittelländischen zu sagenden noch deutlicher erhellen wird. Wir heben hier aus den vielen fällen welche unter dies gesez fallen, nur folgende zwei hervor.

Tritt ein beschreibewort oder ein gemeines fürwort voran, so drückt sich sogar der begriff der mehrheit folgerichtig nur an dem sie beherrschenden dingworte aus. Aber die anreihung der einzelnen ist nach den stufen des sich immer mehr beschränkenden gedankens richtig só unabänderlich fest dass das fürwort immer dem beschreibeworte vorangehen muss, weil dieses den eigentlichen begriff des dingwortes doch näher beschränkt als das bloße ortswort[2]), wie بو قزل طاشدن *von diesem rothen steine.*

---

1) oder *Substantiv.*

2) Die richtigkeit davon bewährt sich auch in dem geseze der Mittelländischen wortzusammensezung: denn nach diesem geht ein fürwort nie in sie ein; oder

Würde nun ebenso ein seinem reinen sinne nach volles dingwort sich bloss nach dem sinne der beschränkung der begriffe voranstellen, so wäre das ächte wortzusammensezung: allein es gibt zwar eine reihe von zusammengesezten dingwörtern deren leztes glied داش etwa soviel als unser *genosse* bedeutet und deren art wirklich sich der Mittelländischen wortzusammensezung nähert, wie يولداش (joldâsh) *weggenosse*, قرنداش (*qarindâsh*) *bruder* eig. etwa soviel als lat. *uterinus*, und lezteres wort zieht sich sogar weiter unter allmähliger verkürzung des ersten gliedes in قرداش zusammen. Dennoch können solche wörter nicht zur ächten wortzusammensezung gerechnet werden weil das zweite glied garnichtmehr als besondres selbständiges nennwort vorkommt sondern sich nur in diesem zustande als anhängsel erhalten hat, insoferne also vielmehr im übergange zu den das wort erst bildenden bloßen nebenbegriffen ist welche oben bei der wortbildung betrachtet wurden. Läßt sich nun aber ein noch ganz selbständiges dingwort durch ein anderes beschränken, so fordert es beständig gleichsam als das vorrecht seiner selbständigkeit gegen das ansich ihm an selbständigkeit gleiche und an bedeutung ganz verschiedene vorangestellte dass dieses sich nach s. 21 in seinem fürworte ihm wieder wirklich unterreihe und so erst in eine nähere beziehung zu ihm trete. Auf solche weise bildet sich in diesem sprachstamme der begriff unseres *Genitiv's*, wie بر ادی (*bir adi*) *einer sein name* d. i. *des einen name*: ja es läßt sich nachweisen[1]) dass dieser sprachstamm ursprünglich gar keine andere möglichkeit besass den begriff eines Genitives zu bilden; denn das Othmanische und schon dessen mutter das Tschagatai hat zwar auch eine besondre endung für den Genitiv[2]), aber sogar im Othmanischen wird diese erst in gewissen

---

wenn es in einzelnen fällen sich dennoch einem dingworte immer enger verbindet, so wird es eben zum bloßen sogen. *Artikel.*

1) schon aus dem Jakutischen, s. oben s. 22.

2) in alle dem ist der gebrauch aber gewiss auch die entstehung des Arabischen Genitivs só ähnlich dass nichts auch zum geschichtlichen verständnisse dieses lehrreicher seyn kann: wie wichtig das aber zur richtigen beurtheilung des Arabischen sei, wird unten erhellen. — Uebrigens scheint mir die Türkische Genitivendung *-ŭñ* (*nŭñ*) nichts als ein altes ...*seiner*, ...*von ihm*, also doch zulezt aus dem geseze s. 21 hervorgebildet.

fällen gebraucht; und auch wo sie angewandt wird, hebt sie jene ursprüngliche bezeichnung des Genitivs nicht als nothwendig auf, sondern kann immer nur noch zugleich mit ihr gebraucht werden. Auch erträgt dieser ganze Genitiv, sei er auf diese art einfach oder doppelt ausgedrückt, nirgends eine solche viel freiere und weitere anwendung wie sie der ganz anders entstandene Genitiv in den Mittelländischen sprachen besizt [1]). — In dem gewöhnlichen Türkischen welches diese besondre Genitivbildung einmahl hat, ist sie freilich vorzüglich bei den Selbstfürwörtern schon só herrschend dass diese sich ihrer eignen verkürzung hinter dem dingworte, welche wie gesagt immer nothwendig bleibt, selbst schon mit ihr voranstellen, wie بنم اوغلم (*benüm oghlüm*) *mein sohn*, eine verbindung in welcher sich das fürwort bereits nicht anders wiederholt als wenn es in andern neueren sprachen noch neben derselben person des thatwortes steht [2]): allein auch diese weichheit ist eben nur in diesem besondern Türkischen eingerissen, und findet sich nicht in andern Türkischen sprachen [3]).

2. Ein bezüglicher saz ist zwar ein im wesentlichen vollständiger saz, der aber einem nur bezüglich gesezten Selbst angeknüpft wird. Es kann also nach dem grundgeseze des vorderbaues nicht auffallen obwohl es uns auf den ersten blick sehr auffallend scheinen mag, dass das wörtchen welches das bloße Selbst bezüglich ist, nämlich کی (*ki*) *wer*, an das ende der ganzen kürzeren oder längeren wortreihe tritt, da es so klein es seyn mag doch diese ganze reihe zusammenfasst, wie اوده کی (*evde ki*) *wer im hause* (ist). Doch ist dies wörtchen viel zu schwach um hinter einem vollen thatworte plaz zu finden: aber da das Türkische ebenso wie das Koptische [4]) die zwei begriffe für welche das Mittelwort im Semitischen und im Mittelländischen gebraucht wird nämlich den des bezüglichen Selbsts an welchem ein thun haftet und dén des zustandes und der dauer der handlung in zwei ganz verschiedenen bildungen auseinander gehen lässt, so gebraucht es in diesem falle im-

---

1) s. vor. note.

2) wie im Neupersischen und Deutschen تو کوئی *du sagst*.

3) wie man auch dieses sehr unterrichtend aus dem Jakutischen sehen kann, vgl. die vielen sammlungen bei *Böhtlingk* §. 617. 638 mit §. 400 f.

4) s. die erste Abh. §. 23 c. 39 f.

mer die eine dieser beiden, wie اوندده اولان (*evinde ôlan*) *wer in seinem hause ist*, مكا كورنن (*maña görinan*) *was von mir gesehen wird.* Aus der vorigen reihe s. 30 versteht sich dass ein dingwort worauf ein solcher saz sich beziehen soll erst am ende nachfolgen kann, wie اوندده اولان كشى (*evinde olan kishi*) *ein mensch der in seinem hause ist.* Allein so leicht sondern sich den gedanken nach noch immer die zwei begriffe welche in diesem Türkischen Mittelworte liegen, dass der reine begriff des Bezüglichen vor einem schließenden sachworte auch auf ein anderes gehen kann welches ihm nach der (sogleich näher zu beschreibenden sazbildung) als das eigentliche grundwort des bezüglichen satzes vorangeht: wie in dem falle خاقان ويرن بيورق (*Chaqan viran bujuruq*) *ein befehl welchen der Chaqân gibt* oder *gab* [1]). Ist nun aber das grundwort des bezüglichen sazes in dieser verbindung ein bloßes fürwort welches nach dem s. 21 gesagten immer einem sachworte dem es dem sinne nach sich unterreihet auch äußerlich gerne unterworfen wird, so kann sogar ein solcher saz entstehen wie ويرن بيورقى (*viran bujuruku*) *der befehl welchen er gab.* In solchen fällen gipfelt die steile kürze und die steinerne härte des baues dieses sprachstammes: und doch ist der rechte sinn welchen die worte nach diesem baue haben müssen an jeder stelle durch den ganzen zusammenhang der rede immer vollkommen klar. Es genügt dass der sinn des Bezüglichen nur durch irgendein zeichen von einem Selbst angedeutet werde; das übrige ergibt sich daraus dass ein solcher bezüglicher saz ja nie für sich allein einen geschlossenen sinn gibt, sondern von selbst auf seine ergänzung zurückweist: wie باشنه بيورق (*bâshine bujuruk*) *auf sein haupt der*

---

1) dass eine wortbildung *wer gibt* im geeigneten zusammenhange auch *wen gibt* bedeuten kann, geht im Türkischen im grunde darauf zurück dass in ihm ein sachwort je nach dem zusammenhange des ganzen sazes das grundwort darstellen oder als bloßer gegenstand der handlung (im Accusativ) untergeordnet seyn kann: denn der Accusativ wird bei ihm nur in besonderen d. i. stärkeren und nothwendigeren fällen durch eine endung hervorgehoben, ähnlich wie in so vielen andern sprachen. Auf diese art erklärt sich jene erscheinung, welche allerdings auf den ersten blick uns leicht sehr unverständlich und seltsam vorkommt.

befehl als bezüglicher saz in seinen rechten zusammenhang gestellt bedeuten kann *auf dessen haupt der befehl* zurückgeht, den selbstbefehlenden [1]).

Das Mittelwort der vollendeten Zeit welches das Türkische nach s. 19 hat, wird jedoch nicht mehr so gefügig und so frei gebraucht wie das eben besprochene der gegenwart. Darum bedient sich das Türkische zur bildung solcher kurzer bezüglicher säze sogar des bloßen Infinitivs der vollendeten zeit dessen ursprung oben s. 18 beschrieben wurde, indem das fürwort als das Selbst dessen ausdruck das grundwort des bezüglichen sazes ersezen muss, sich ihm wie einem sachworte unterreihet. Diese spracherscheinung ist auf den ersten blick ebenso auffallend wie die eben zuvor erläuterten, und daher früher meistens völlig verkannt. Wenn aber دیدوکم (*didukünm*) *mein gesagt haben* ebensoviel ist wie *dass ich gesagt habe*, so versteht sich dass es auch auf ein sogleich folgendes dingwort wie سوز (*söz*) *rede* bezogen einem auf dieses hingerichteten bezüglichen saze gleich seyn kann, so dass dér sinn daraus entsteht *die rede welche ich gesagt habe.* Nur muss man in allen solchen fällen hinzunehmen dass das so im vorderbaue untergereihete thatwort, hat es kein dem sinne nach noch näheres Selbst nach dem hinterbaue angenommen, auch die allgemeinste beziehung erlaubt, und dass deshalb طهران دیدوکی شهر *die stadt welche man Teherân genannt hat* bedeuten kann [2]): das anhängsel des dritten Selbsts nimmt hier das folgende dingwort schon zum voraus auf, aber nur nach dem geseze des baues der bezüglichen säze; während derselbe saz in die gegenwart gestellt nach dem zuvor gezeigten lauten kann طهران دیكان شهر *die stadt welche man Teherân nennt*, wobei selbstverständlich jenes besondre anhängsel des bezüglichen Selbsts fehlt, weil sein sinn schon in der bildung dieses ächten Mittelwortes der gegenwart [3]) liegt.

1) ähnliche knappe andeutungen des vollen sinnes solcher worte die eigentlich einen bezüglichen saz enthalten finden sich im Mittelländischen wenigstens bei der wortzusammensezung nicht selten; vorzüglich aber ist im Semitischen hier manches ähnliche, und man wird das in der *Hebr. SL.* §. 333*b* gesagte nun auch von dieser seite aus erläutert und bestätigt finden.

2) man kann hier also auch aus ganz andern sprachstämmen zur erläuterung solche fälle vergleichen wie בְּגָדוֹ *Hebr. SL.* §. 304 *a. b.*

3) auch dem ursprunge nach erinnert dies *-an* an die der bedeutung nach entsprechende endung ... *ant* des Mittelländischen Mittelwortes der gegenwart.

Hieraus erklären sich weiter vonselbst die zeitsäze, sofern sie mit einem worte zur bezeichnung der zeit schließen während diesem ein bezüglicher saz nach dem eben erläuterten geseze vorantritt, wie اولدوکی وقتده (*öldükü vaqtta*) *in der zeit dass* oder wie wir ebensowohl sagen können *wo er gestorben war* 1). Etwas ganz anderes ist es wenn das schlußwort welches die zeit bedeutet nach dem geseze der unterreihung zweier dingwörter sich gibt, z. B. in der verbindung اشار وقتی (*ashâr vaqtti* Tschagataisch): diese verbindung ist ebenfalls zunächst für uns schwer zu verstehen; man muss aber festhalten dass اشار welches das Mittelwort der gegenwart aber bloss für die bezeichnung eines zustandes ist zwar ansich bloss *essend* d. i. im zustande des essens bedeutet, aber weil *essend* im mangel der beziehung auf ein näheres Selbst soviel seyn kann als *während man isset* diesem keine bezüglichkeit ausdrückenden und doch für sich gesezten Mittelworte das folgende sachwort im sinne des Lateinischen *tempus edendi* und ebenso wie dieses in der Genitivverbindung nachzusezen ist.

3. Kommen wir endlich zu dem selbständigen saze, so versteht sich freilich sofort dass er in seine zwei nothwendigen hälften zerfällt von denen jede gleich selbständig und keine der andern untergeben ist. Dennoch stellt sich das höchste gesez des vorderbaues hier sogleich dadurch wieder her dass die aussage immer zunächst den wahren schluss des sazes bildet: sie enthält immer den tiefsten grund des gedankens des sazes und seinen gewichtigsten theil, wennauch aus besondern ursachen bisweilen das grundwort des sazes oder ein anderes glied von ihm stärker hervorzuheben ist. Wie nun die wortstellung in diesem sprachstamme ähnlich wie der wortbau überhaupt ein so festes gefüge hat, so tritt in ihm das grundwort, wenn es neben dem im thatworte schon enthaltenen noch nothwendig ist, immer ganz vorne an die spize des sazes, sodass die beiden hälften welche wie in wagschalen das gewicht des sazes bestimmen ihn an seinen beiden enden umfassen während die hintere immer tiefer sinkt und alle nebenbemerkungen über die verhältnisse der handlung oder des zustandes sich in die mitte schieben um von

1) auch hier findet sich, sobald man auf das wesentliche sieht, in andern sprachstämmen und in einzelnen sprachen sogar des Mittelländischen ähnliches, s. *Hebr. Spr.* §. 331 *c*.

jenen so aufgenommen und getragen zu werden. Da die aussage nun insgemein in einem thatworte besteht, so ist es dieses welches mit seinem vollen gewichte und abschließenden sinne stets den Türkischen saz abrundet[1]); und im Othmanischen Türkischen sowie schon im Tschagatai fällt wo kein bestimmteres thatwort oder dessen stellvertretung[2]) raum hat, immer wenigstens ein unserm *seyn* gleich ursprünglich ganz volles thatwörtchen wie در (*dür*) *ist* éin[3]) um ganz ähnlich wie in den Mittelländischen sprachen jedes andre zu ersezen. — Was aber dem sinne zufolge vom thatworte näher abhängt, reihet sich ihm eben nach den stufen der sinnfolge immer weiter nach vorne hin vor, sodass der vorderbau sich auch insoferne hier strenge behauptet als das dem sinne zufolge entferntere hier zuerst eintritt und ihm dann das immer nähere folgt. Gewöhnlich also ist es ein Accusativ welcher dem thatworte zunächst vorangeht: und ist die kraft eines solchen nicht noch besonders hervorzuheben[4]), so liegt die bedeutung des Accusativs schon in dieser unterstellung des dingwortes.

---

1) ausnahmen davon kommen allerdings besonders bei gewissen schriftstellern vor: sie sind aber gegen das große gesez gehalten só unbedeutend dass wir hier davon schweigen können.

2) nämlich وار (*vár*) in der bedeutung .... *ist da*, und یوق (*jôk*, verwandt mit *οὐχ*) ... *ist nicht da*: über solche worte die ursprünglich keine thatwörter sind, ist auch in der ersten Abh. §. 50 geredet.

3) das wörtchen ist gewiss ursprünglich ein wirkliches thatwort, wohl aus *dürer* verkürzt, und bedeutet wohl ursprünglich als mit ...طور *tûr* verwandt *steht*, wie im Romanischen *stato*, été; es ist aber in diesen besondern Türkischen mundarten so überall herrschend dass es sich im selbständigen saze auch an jene bloßen daseynswörtchen وار und یوق anhängen kann. Es wird jedoch nur für dieses dritte Selbst gebraucht, mehrzahl ...درلر; aber das Türkische bewahrt auch noch von einem weit älteren thatwörtchen für *seyn* spuren, welches dem Mittelländischen *as* (*esse*) wurzelhaft entsprechend jezt zu einem bloßen -*i*- verdünnt ist, voller aber auch noch als ایر *ir* sich zerstreut vorfindet; das *r* kann man in ihm sehr wohl als bloßen wechsel von *s* annehmen, etwa wie diese laute auch wechseln in den anhängseln ...*er* für das zustandwort (zeichen der dauer, der gegenwart) und dessen verneinung .... *mez*.

4) was das bedeute kann man auch aus dem Hebräischen sehen, s. *SL.* §. 277 *d*.

III. Aber vollendet wird die ganze hohe eigenthümlichkeit dieses sprachstammes erst durch einige weitere spizen welche wie gipfel noch aus diesem ganzen baue hervorragen.

Von der einen seite spizt sich der ganze vorderbau wie er eben als die einzelnen wörter verbindend beschrieben ist, durch die äußerste folgerichtigkeit welche in ihm liegen kann bis zu einem gipfel zu welcher alles überragt was sonst in den sprachen und sprachstämmen möglich ist. Der saz hebt hier an und vollendet sich mit einem so gleichen festen auch das stärkste zu umspannen fähigen gefüge dass die sprache nun auch gerne soviele nebengedanken und nebensäze als möglich in seinen reifen einfügt oder doch ihm aufs engste anlehnt. Dies geschieht durch eine menge neuer bildungen indem das thatwort mit seinem saze selbst sich in ein bloßes zeit- oder verhältnißwort umwandelt und so sich dem folgenden unterreihet; was im einzelnen sehr mannichfach und sehr fein ausgebildet ist. Kein sprachstamm hat daher sóviele sogen. *Gerundien* ausgebildet und gebraucht sie só häufig wie dieser, auch das eine dem sinne nach von dem andern in vielfacher weise abhängig und so nach dem geseze des vorderbaues immer wieder ihm vortretend. Man beginnt einen saz und oft schon einen langen zu hören, meint er müsse sich nun mit dem thatworte schließen, und hört dieses ehe man es sich versieht durch eines der vielen Gerundien nur einen vorläufigen schluss machen; man läßt sich durch es so in einen folgenden ihm dem sinne nach übergeordneten fortziehen, hört auch sein thatwort am ende plözlich sich gegen den schluss des sazes sperren, und folgt so einer menge hinten wie abgekuppter säze, alle den schlußsaz immer näher vorbereitend, bis endlich dieser selbst mit seinem vollen thatworte zum lezten ecksteine wird. Es ist wie ein strom der ruhig aber immer stärker sich ergießend und in kleineren ergüssen sich wie schußweise sammelnd plözlich wiederholt sich auch wohl höher stauet, bis er sich ruhig ausmündet. — Dazu kommt dass der bezügliche saz in allen seinen sosehr verschiedenen arten dem geseze des vorderbaues gemäss stets vorangehen muss, aber immer auch sorgfältig das reine thatwort vermeidet als welches erst am ende des Ganzen seine rechte stelle empfängt.

Von der andern seite drängen sich die einzelnen worte und gedanken

in dieses weitgedehnte zähe feste gefüge dennoch mit der äußersten härte und sprödigkeit zusammen, weil alles so knapp und karg als möglich gehalten wird und es genug scheint den sinn in seinen großen festen umrissen zu geben und wie mit den stärksten aber wenigsten steinen den bau zu vollenden. Kein sprachstamm hat weniger kleine verbindungswörter als dieser: ein *und*, *auch*, *oder* erscheint hier sowohl zur verbindung einzelner wörter als ganzer säze so wenig als möglich [1]); und auch dadurch unterscheidet er sich so stark vom Mittelländischen vom Semitischen und vom Koptischen, wiewohl diese unter sich darin wieder sehr verschiedener art sind; den geradesten gegensaz bildet er aber auch hierin zum Koptischen [2]). Und sogar das Othmanische hat troz aller entlehnungen aus dem Persisch-Arabischen hierin die wesentliche eigenthümlichkeit des sprachstammes wenig ändern können.

Das ist dieser sprachstamm mit seiner ihm völlig eigenthümlichen geraden bildung, seiner härte und zähigkeit, seiner alles weit umfassenden kraft und seiner steilen höhe, seiner kargen sparsamkeit und nüchternheit und seiner dennoch hinreichenden klarheit und einfachen schönheit. Und sicher stimmt das wesen keines andern sprachstammes so vollkommen zu dem vaterlande in welchem wir ihn heimisch sehen. — Gehen wir nun von ihm weiter zu

2. dem Mittelländischen sprachstamme

über, so erwarten gewiss die meisten er werde von jenem gänzlich verschieden seyn und kein inneres band könne zwei so völlig unter sich abweichende stämme von sprachen und völkern verknüpfen. Bekannt sind die darüber verbreiteten vorurtheile: und diese sizen unter uns leicht desto fester jemehr es sich hier von der großen reihe dér sprachen handelt welche uns und unsrer ganzen heutigen bildung in Europa am nächsten stehen, und je mehr zu dieser reihe auch das Sanskrit gehört welches soviele für die vollendetste und zugleich wohlerhaltenste aller sprachen zu halten sich in unsern tagen gewöhnt haben. Es schmeichelt heute sovielen sich schon ihrem blute

---

1) das schon s. 23 erwähnte دخی kann vornehin gesezt säze verbinden, ist aber das einzige wort dieser art, und wird nicht viel gebraucht. Für unser *oder* hat die sprache bloss das schwere يوخسه (*jokhsa*) *wenn es nicht ist*, אִם אַיִן.

2) vgl. die erste Abh. s. 8 und *Gött. Gel. Anz.* 1854 s. 407.

nach (wie sie meinen) nur aus dém weitherrschenden stamme geboren zu fühlen dessen sprache und dessen volk weit alles überrage, mit keinem andern in einer wahren verwandtschaft stehe, und dem wohl gar noch dazu die weltherrschaft für alle zukunft sicher sei. Die sprachwissenschaft aber kann alle solche stolze vorurtheile nur in ihrer gänzlichen grundlosigkeit aufzeigen. Sie muss lehren dass es keine zwei große sprachstämme gibt welche, sobald man auf das wesentliche sieht, troz aller scheinbaren oder wirklichen verschiedenheit so nahe mit einander verwandt und so sicher aus éinem gleichen lezten grunde entsprungen sind wie diese beiden; und sie beweist nicht minder dass unter allen Mittelländischen sprachen wiederum keine dem Nordischen sprachstamme so nahe geblieben ist als gerade das Sanskrit mit den ihm ursprünglich so eng verbundenen Altpersischen mundarten. Wir werden jedoch über ein solches ergebniss der wissenschaft, wenn es sich bewährt, umso weniger erstaunen wenn wir bedenken wie nahe diese beiden weiten sprachstämme sich ursprünglich auch örtlich berührten und wie von vorne an kein anderer zwischen ihnen lag sie auch nur örtlich zu trennen. Niemand wird heute noch bezweifeln dass die Europäischen völker dieser Mittelländischen sprachen früher oder später aus Asien vorrückten; in Asien aber haben wir ihre ältesten vorfahren ebenfalls nicht im westen noch im süden sondern etwa in der mitte des erdtheiles zu suchen, wo man noch jezt in den *Kâfir's* ein ziemlich weit nördlich siedelndes sehr eigenthümliches volk dieses sprachstammes wiederaufgefunden hat [1]. Aber auch als die völker dieser sprachen sich immer mächtiger nach westen hin ausbreiteten, hielten sie sich doch immer nördlicher als die Semiten, und füllten so in der Alten Welt allmählig

---

1) den ersten versuch die sprache dieses volkes welches sein eignes land *Wâmasthân* nennt, sicherer zu beschreiben macht jezt einer meiner lieben Tübingischen zuhörer Miss. Dr. Ernst Trumpp (welcher zum ersten mahle in der nähe jener nördlichen gegenden als sprachforscher eine längere zeit verweilte) in einem aufsaze des Journal of the R. As. Soc. London 1861 s. 1—29 (mit einigen zusäzen von Norris). Danach ist diese *Bâmische* sprache auch in ihrer heutigen entartung doch wenigstens noch rein Mittelländisch genug, und einer der vielen zunächst Persischen mundarten verwandten aber sehr eigenthümlichen sprachen.

bis zu den Spanischen grenzen hin den weiten kreis der mittlern länder, sodass der name der Mittelländischen völker und sprachen welchen ich gebrauche wohl der kürzeste und treffendste für sie seyn mag. Nördlich aber begrenzten und bedrängten sich immer scharf diese beiden großen sprachstämme ohne dass irgendeine spur eines andern der sich zwischen sie gelagert hätte zu entdecken ist: und im inneren Asien mag der uralte streit zwischen den dennoch nie ganz von einander loszureißenden grenznachbaren Irân und Turân das sprechende bild davon seyn. Und wie die beiden völkerstämme danach als sich immer zunächst begrenzende wennauch meist feindlich geschiedene brüder erscheinen, so können auch die beiderseitigen sprachstämme troz aller geschichtlich über sie gekommenen großen gegenseitigen abweichungen dennoch von einem uräl testen nähern zusammenhange zeugen welcher sie anfänglich verband und von welchem aus jeder erst sich besonders ausbildete.

Wir beschränken uns hier auf dén beweis dafür welchen der wort- und sazbau uns reichen kann; und wir können hier umso kürzer verfahren da die Mittelländischen sprachen troz mancher dunkeln stellen die sie wohl den meisten der heutigen betrachter noch immer zeigen doch im allgemeinen unter uns die bekanntesten sind. Der beweis leuchtet aber hier am leichtesten ein wenn man genau beachtet was das Mittelländische noch von der urzeit her mit dem Nordischen gemein habe, was es ferner aus der gemeinsamen quelle treuer behalten und weiter ausgebildet habe. Die menge der stoffe ist nach allen diesen drei richtungen hin gross: wir können jedoch hier nur auf die hervorragenden großen hauptsachen hinweisen.

1. Jeder der die beiden sprachstämme ihrem tiefsten wesen und ihrem unabänderlichen grunde nach gleich gut kennt, muss von der wesentlichen gleichheit ihres wort- ebenso wie ihres sazbaues betroffen werden, welche só gross und só unverkennbar ist dass man nur zwillinge hier zu sehen meint welche früh von einander gerissen und dann jeder fürsich sehr verschieden ausgebildet doch noch die wesentlichsten kennzeichen ihres gleichen ursprunges an sich tragen.

Der wortbau des Nordischen, so eigenthümlich und so ganz einartig gerade und folgerichtig wie er in ihm sich zeigt, ist im Mittelländischen nach

seinem tiefsten grunde selbst noch ganz derselbe. Auch in diesem herrscht allein der hinterbau, und dieser durch alle seine oben s. 15 ff. beschriebenen großen und kleinen stufen hindurch; wozu kommt dass auf der ersten stufe sogar die stoffe aus welchem er sich erhebt (wie oben gezeigt) noch genug spuren einer ursprünglichen gleichheit aufweisen. Erst ganz auf der lezten dieser stufen zeigt sich im Mittelländischen die umwandelung dass die verhältnißwörtchen welche im Nordischen nach strenger folgerichtigkeit des ursprünglichen lebens dieses baues erst hinter dem Casus des nennwortes oder dem vollen thatworte ihren plaz haben, loser voran treten: da wirkt allerdings schon eine ganz andre sprachmacht. Die Postpositionen (um dies bekannte wort hier einmahl zu gebrauchen) werden im Mittelländischen leicht Präpositionen; das fragwörtchen drängt sich in ihm leicht nach vorne hin; und noch manches ähnliche gehört ebendahin. Allein in allen Mittelländischen sprachen zeigen sich hier zerstreut auch noch sehr viele bildungen aus der macht des hinterbaues; vor allen aber hat das Sanskrit noch die stärkste vorneigung für den hinterbau sich bewahrt. Wenn noch im Sanskrit das anhängsel ....वत् dem stamme des nennwortes im sinne des Griech. *ὡς* und unsres *wie* hinten anhaftet, wenn noch die späteren Inder das ....मात्र (*mass* d. i. meßbar, begrenzt) einem nennworte angehängt zum bloßen ausdrucke unsres *nur* gebrauchen, so beruhet das noch immer auf dem hinterbaue des wortes, und darf nicht zu dem bloßen geseze von der wortzusammensezung gezogen werden; aber auch sogar ein wörtchen wie प्रति welches im Griechischen als *πρὸς* seinem Casus stets vorangesezt wird, reihet sich ihm im Sanskrit noch ebenso unter wie irgendein ähnliches verhältnißwörtchen im Nordischen.

Aber auch der saz in seinem kleinsten wie in seinem möglich weitesten umfange und in allen seinen verzweigungen bauet sich im Mittelländischen ganz ebenso auf wie im Nordischen: diess gilt wenigstens in seiner großen allgemeinheit so, abgesehen von einzelnen neuerungen die in verschiedenen theilen des Mittelländischen aufgekommen sind [1]), und abgesehen auch von

1) wie im neuen Deutschen der urspüngliche sazbau sich nur nach einem dem ganzen saze ungewöhnlich vorangestellten worte wie in einer sazkette wirklich erhalten hat.

der neuen freiheit und beweglichkeit welche das Mittelländische (wie unten zu zeigen ist) sich erworben hat. Man nehme alle die alten zweige des Mittelländischen in Europa wie in Asien und noch das sonst doch so mannichfach umgebildete Neupersische, und man wird überall in dem gesammten sazbaue die größte ähnlichkeit mit dém des Nordischen finden. Das thatwort mit seinem schweren gewichte ganz am ende des sazes; die nebenbegriffe des sazes von seinen zwei grundtheilen in die mitte genommen; eine beliebige menge bezüglicher oder verkürzter säze dem vorderbaue gemäss vorangeschickt oder eingeschaltet: diese grundzüge des Nordischen sazbaues kehren auch hier überall wieder.

Und dann nehme man die ganze wortzusammensezung welche im Mittelländischen von so ungemeiner wichtigkeit geworden und eine der größten zierden desselben bildet: aber was ist sie, sieht man von der einkleidung des lezten gliedes darin ab (worüber unten), inderthat anderes als allerdings zwar eine neubildung (wie unten zu zeigen ist), deren ganzer grund aber und deren mannichfache anlage schon im Nordischen vollständig gegeben ist. Wie im Nordischen das beschreibewort vor seinem dingworte den ihm geeigneten plaz einnimmt, wie sich ein dingwort in ihm begrenzend vor das andere schiebt, wie der bezügliche saz sich in ihm bildet: ganz ebenso entsteht im Mittelländischen die wortzusammensezung; und dort fehlt nichts mehr als dass nur noch éin etwas stärker belebender anhauch die nach dem geseze des vorderbaues schon in reihe und glied gestellten worte etwas fester verbinde. Die beiden ersten eben bemerkten fälle geben die eine große hälfte aller einfachen wortzusammensezung, die durch unterordnung: aber nehmen wir auch die andre, die durch nebenordnung wie sie besonders im Sanskrit so ausgebildet ist[1]), was ist sie anders als eine neubildung auf dem grunde

---

1) Im obigen sind auch die einzig richtigen grundsäze über die wortzusammensezung und deren grundarten aufgestellt, wie ich sie von jeher beim Sanskrit und sonst lehrte. Wortzusammensezung ist 1) entweder die einfache, durch unterordnung oder durch nebenordnung der begriffe, leztere ist aber nur im Sanskrit so mit der höchsten freiheit bis ins unbegrenzte ausgebildet; oder 2) sie sezt eine wortreihe oder wortkette die auch ein kleiner saz für sich seyn könnte bezüglich, und bildet so zugleich bezügliche beschreibeworte. Da

derselben spröden zusammenstellung oder auch bloßen aufzählung nach einer seite hin gleichgeltender begriffe welche nach s. 38 das Nordische liebt? [1]).

Bedenkt man nun was alles in diesen eben erläuterten drei hauptsachen enthalten sei, so wird man zugeben dass der tiefste und ächteste grund alles Mittelländischen eben auch im Nordischen gegeben sei und éine sehr nahe liegende gleichheit des ursprunges hier walten müsse. Oder man vergleiche die andern großen sprachstämme und stelle einen von ihnen neben den Mittelländischen oder neben den Nordischen, und man wird nirgends eine so große ähnlichkeit ja gleichheit gerade in den tiefsten und festesten grundlagen oder, um noch deutlicher zu reden, in den alles beherrschenden und zusammenhaltenden sprachmächten wiederfinden. Zeigt aber unter allen den einzelnen alten Mittelländischen sprachen besonders das Sanskrit hier vielfältig die größte ähnlichkeit und gleichheit, so erklärt sich auch dás sehr leicht aus der örtlichkeit, da das Sanskrit unter allen seinen schwestern gewiss am längsten und ruhigsten auf demselben irdischen boden und also auch dicht an derselben grenze des Nordischen sich ausbildete wo wir nach Obigem uns die beiden sprachstämme am frühesten sich aus der gleichen mutter trennend denken müssen.

2. Nach keiner seite hin ist das Nordische (wie oben s. 19 f. gezeigt) so weit zurückgeblieben als nach dér der ausbildung der Personzeichen: darin ist das Mittelländische nicht nur fortgeschritten, sondern hat daneben auch jene oben beschriebene ursprünglichste und urkräftigste unterscheidung des Lebenden und des Todten mit großer klarheit und folgerichtigkeit im äußeren ausdrucke beibehalten. Dadurch sind im Mittelländischen die drei übel so genannten geschlechter des nennwortes entstanden: und dass diese drei begriffe so fest

---

die von den alten Indischen sprachlehrern aufgestellten 6 Classen keinen wissenschaftlichen grund haben, so suchte ich längst hier überall bessere einsichten zu gründen.

1) im Nordischen treten sehr oft so zwei oder noch mehere nennwörter zusammen, ursprünglich ohne jedes verbindungswort obgleich die Othmanen jezt das Persisch-Arabische و *und* viel eingeführt haben: am schlusse aller folgt dann erst das Casuszeichen. Dies ist völlig ein *Dvandvam*: dass dieses aber innerhalb des Mittelländischen nur im Sanskrit so häufig ist, kann nicht zufällig seyn.

neben einander und sich selbst wie zur gegenseitigen erläuterung nicht nur bestehen sondern auch durch das gesammte gebiet der nennwörter sich mit so kurzen scharfen und doch fast überall hinreichenden zeichen ausgeprägt haben, ist eine der hauptmächte und der hauptvorzüge dieses sprachstammes. Wir dürfen zwar deshalb nicht meinen dieser sprachstamm habe in dieser hohen ausbildung wie sie sich uns geschichtlich zeigt keinen mangel, und alles darin sei in ihm bis ins einzelnste mit der höchsten vollkommenheit entwickelt: manches einzelne davon ist vielmehr, wie unten auch kurz berührt werden wird, in anderen sprachstämmen noch weit folgerichtiger und vollkommner ausgebildet. Aber im allgemeinen macht diese hohe feine ausbildung aller nennwörter wodurch die sprache in aller kürze soviel größere lebendigkeit sowohl als klarheit und zartheit erreicht, schon eine besondre zierde dieses sprachstammes aus, die er aus der urzeit aller sprachbildung ererbt und so fest behauptet hat. Denn dass diese ganze bildung bis in jene frühesten urzeiten zurückgehe und eines der später unersezlichsten erbstücke aus ihnen sei, ist sowohl geschichtlich als aus der innern nothwendigkeit der sache selbst gar nicht anders zu denken: und wird darüber noch unten zu reden seyn.

3. Des Neuen aber was dieser sprachstamm eigenthümlich hat und worin ebensoviele wirkliche fortschritte aller sprachentwickelung liegen, ist allerdings nicht wenig: und gerade dieses müssen wir aufs genaueste bezeichnen.

Wir rechnen nun wenig dahin einzelne wortbildungen mit welchen dieser sprachstamm manche nebenbegriffe so kurz und so fein und doch so genügend und so scharf ausdrückt dass er darin mehr oder weniger einzig in seiner art ist. Sofern solche bildungen nämlich im nennworte zulezt nur wie einige der lezten und höchsten triebe des oben beschriebenen hinterbaues sind, ist darin nichts wesentlich neues, und nur zu bewundern dass dieser sprachstamm sie von seiner jugendlich schöpferischen urzeit her so treu festgehalten und so weise verwandt hat. Nehmen wir hier als beispiel (sehr viele fälle dieser art gibt es aber überhaupt nicht) die bildung des Comparativ's und Superlativ's, wie sie im Mittelländischen sicher von der urzeit her sich erhalten hat und eine seiner zierden ist: sie findet sich in den sprachen der vier großen sprachstämme welche wir hier vergleichen sonst entweder gar nicht oder wie

im Arabischen [1]) nur auf ihrer ersten stufe, ohne auch die zweite und damit erst die wahre vollendung welche hier möglich erreicht zu haben; andere sprachen müssen also solche begriffe mehr nur andeuten und können sie in solcher scharfen kürze nicht ebenso wiedergeben. — Oder nehmen wir als einen noch weiter hieher gehörenden fall die bildung des beschreibewortes der nothwendigkeit einer handlung [2]): dies ist ein vom Infinitive aus sich bildendes bezügliches beschreibewort [3]), welches den begriff *des zu thuenden* mit wunderbarer kürze und genauigkeit im saze ausdrückt; auch findet es sich wennnicht in allen alten sprachen Mittelländischer quellen [4]), doch in den meisten sowohl älteren als neueren, und gehört zu den zierden des sprachstammes. Allein nachdem sein ursprung erkannt ist, kann man sich über diese anwendung des hinterbaues der nennwörter nicht weiter wundern, wenn es auch eine der lezten und schönsten bildungen ist.

Das wahrhaft neue worin das Mittelländische die grenzen des Nordischen überschreitet und schöpferisch weiterwaltet, zeigt sich vielmehr theils in dem größeren umfange und der neuschöpfung der sprachmittel selbst, theils in den neuen geistigen mächten welche zur weiteren vollendung des ganzen sprachenbaues eintreten.

---

1) welches durch seinen *Elativ* (wie ich ihn zuerst nannte) sich unter den Semitischen sprachen sogar auch vor dem Äthiopischen auszeichnet.

2) nämlich कर्तव्य: und करणीय:, dann erst daraus verkürzt und durch innere verstärkung neugebildet कार्य: Den ursprung dieser bildungen erklärte ich schon 1844 in der *Ztschr. für die kunde des Morgenl.* V s. 442 f.

3) man ersieht dies auch von einer andern seite aus sehr deutlich aus den bildungen im Neupersischen كَرْدَنِى *faciendus*, خُروشيدَنِى *flebilis* (auch *carmen flebile*), بُودَنِى als dingwort *was seyn muss* d. i. das künftige geschick, die Vorherbestimmung und im Armenischen Երեւելի schön eig. *schaubar*, welche immer wieder vom Infinitive ausgehen, so verschieden dieser auch namentlich im Armenischen lautet; wie ich dieses in den *Gött. Gel. Anz.* 1860 s. 816 f. erläuterte.

4) ob und warum die entsprechenden bildungen im Deutschen fehlen, ist wohl noch nicht untersucht; wenigstens ist mir eine solche untersuchung nicht bekannt, obgleich sie doch sicher sehr nothwendig ist und richtig geführt manches wichtige ergebniss bringen würde

Die vermehrung der sprachmittel muss von den lauten selbst als den einzigen nothwendigen und festen grundlagen und mitteln aller geistigen triebe und mächte menschlicher sprache ausgehen: und wie das möglich sei, zeigt sich allerdings im Mittelländischen auf eine äußerst denkwürdige weise. Da die möglichen laute menschlicher sprache sowohl in ihrer mannichfaltigkeit und zahl als in ihrer verbindung und verschmelzung an reichthum und an fügsamkeit schwer begrenzbar sind und menschlicher sprache insoferne eine fast unabsehbare fülle von mitteln zu gebote steht: so bestimmt sich dánach wie eine sprache oder ein sprachstamm sich dieser mittel bedient, ohne zweifel auch vieles von ihrer besondern geistigen art und bildung. Vieles ändert sich in den lauten zwar unmerklich und doch allmählich stärker durch den bloßen lauf der zeit oder durch wie zufällige ursachen: ganz verschieden von dieser bloss geschichtlichen wandelung ist aber díe art wie eine sprache und nochmehr wie ein sprachstamm von vorne an eine feste stellung und ausbildung oderauch verwendung der laute wählt; und dass vorzüglich die sprachstämme auch dadurch von anfang an sehr stark sich von einander trennen und scharf unterscheiden, ist bei näherer ansicht unverkennbar, und hat seine besondre wichtigkeit. Wir können dies gerade hier an zwei sehr wichtigen und doch so leicht übersehenen erscheinungen genauer erkennen.

In der art und der fülle ebenso wie in der gegenseitigen stellung und fügung der laute weicht das Mittelländische am stärksten vom Nordischen, in anderer weise und minder stark auch vom Semitischen ab, stellt aber auch in hinsicht der laute ein sonst schwer erreichbares beispiel von weiter ausbildung und höherer vollendung auf, obgleich sich vonselbst versteht dass es bei weitem nicht jede mögliche art von vollendung und fülle in sich schließt. Betrachten wir es nach seiner ältesten und geradesten gestaltung wie es in die uns erkennbare geschichte tritt, so sehen wir wie es die einzelnen sprachlaute in einer großen mannichfaltigkeit und fülle aber auch reinheit und stärke in sich schließt: es hat nur die wenigen reinen vocale, diese aber in jeder zusammensezung; von den mitlauten aber hat es alle die hauptarten in reicher mannichfaltigkeit [1]) und wendet sie mit großer freiheit an jeder stelle des

1) helle zischlaute dagegen wie sie im Armenischen im Persischen und im Slavi-

wortes an. Wie ganz anders hat sich dagegen das Türkische in dem bestande seiner laute ausgestaltet! Bei den mitlauten hält es sich sósehr nur an ihre festesten grundbestandtheile daß es mit *l* oder mit *r* ja auch mit *n* und mit *m* kein einziges thatwort und daher auch kein einziges vollkommneres nennwort beginnt [1], obgleich alle diese laute nach dem anfange des wortes möglich sind; und während es darin eine ganz eigenthümliche härte und sparsamkeit sich bewahrt hat, liebt es sehr die ganze reihe der trüben selbstlaute, läßt die vocale viel vorherrschen und sich anhäufen, und beginnt das wort gerne auch mit vocalen und hauchen. — Das Mittelländische hat nicht nur eine schöne gleichmäßigere vertheilung von selbst- und mitlaut sondern auch besonders die fähigkeit und die lust sich bewahrt die mitlaute in dichtgedrängten gruppen zu häufen, und zwar sowohl im anfange als am ende des wortes oder der sylbe: wodurch es nicht bloß die männlichste kraft und fülle des lautes überhaupt, sondern auch viel fähigkeit für feinere zeichnung und unterscheidung der begriffe gewinnt [2]. Das Nordische dagegen liebt solche häufung von mitlauten und ihr sich festes zusammenfügen und verschmelzen weder im anfange noch am ende des wortes oder der sylbe, und steht darin

---

schen herrschen, sind diesem sprachstamme allen zeichen zufolge ursprünglich ebenso fremd wie dem Semitischen eigenthümlich.

1) da wir noch keine Türkische und noch weniger eine Nordische lautlehre besizen, so wird das oben gesagte hier nur im allgemeinen behauptet: allein die wichtige beobachtung selbst wird sich wohl immer voller bestätigen, auch bei dem *l* wobei sie im Türkischen ammeisten zweifelhaft zu seyn scheinen könnte. Das Türkische besizt nur in dem wörtchen نه (*né*) *was?* ein anlautendes ***n;*** mit *m* freilich lauten in anderen Nordischen sprachen viele worte an. Die beobachtung selbst dient auch desto klarer zu erkennen was eigentlich in diesem sprachstamme ein wirkliches *wort* sei, im gegensaze zu allen den übrigen einzelnen gliedern woraus es erwachsen seyn kann und mit denen es sich ausdehnt: was dies aber bedeute ist aus s. 12 ff. zu schließen.

2) erst das Neupersische beginnt kein wort mehr mit zwei mitlauten, als hätte es sich darin, zuerst wohl nur im versbaue wie bei Firdôsi, immer mehr dem Arabischen genähert. Aber auch schon das Sanskrit kann kein wort mehr mit zwei mitlauten schließen

vielmehr dem Semitischen (bei welchem indess hiebei noch andere unten zu erläuternde ursachen einwirken) dem Koptischen und allen Afrikanischen sprachen sehr nahe.

Noch weit wichtiger wird aber die schöpfung und verwendung neuer sprachmittel dadurch dass das Mittelländische die *verdoppelung der wurzellaute* so vielfach und so gefügig zur bildung feinerer begriffe gebraucht. Die verdoppelung des wortes nach seiner ganzen lautlänge oder einzelner lautglieder desselben ist überhaupt eine in der sprachgeschichte merkwürdige erscheinung; und das wahre gegenseitige verhältniss der vier großen sprachstämme welche wir hier zusammenfassen kann nicht wenig auch durch die beachtung dieser seite der allgemeinen sprachbildenden thätigkeit richtig erkannt werden. Verdoppelung des wortes, zunächst des kurzen wurzelartigen, um durch die wiederholung selbst den begriff näher zu bestimmen, ist auch im Nordischen vielfach in gebrauche: aber da wiederholt sich nur das ganze wort ohne weitere veränderung, sodass sich daraus noch keine wortbildende macht entwickelt. Den ersten schritt hiezu zeigt uns das Koptische, wo der begriff des thatwortes und dann des ihm entsprechenden dingwortes sich sehr oft erst durch die wiederholung der wurzellaute fester ausprägt, aber auch leicht schon ein gewisser wechsel in der wiederholung der laute eintritt eben weil ein neuer begriff das ganze fester umschließt und neu vereinigt; wie in der kürze die beispiele ⲥⲑⲉⲣⲧⲉⲣ ϣⲑⲟⲣⲧⲉⲣ ϣⲑⲉⲣⲑⲱⲣ *trüben*, ⲑⲟϫⲑⲉϫ *mischen*, ⲑⲣⲉϣⲣⲱϣ ⲑⲣⲟϣⲣⲉϣ *röthen* zeigen mögen. Viel mannichfacher aber auch viel feiner und wirksamer bedient sich das Semitische dieses sprachmittels, und in ihm hat die ausbildung der wurzel zu feiner unterschiedenen begriffen vermittelst desselben eine höhe und eine gleichmäßigkeit und vollendung erreicht welcher sich im Mittelländischen nichts an die seite stellen kann; aber freilich wurde diese gefügigkeit und gleichmäßigkeit im Semitischen durch seinen eigenthümlichen wurzelbau selbst auf das wesentlichste unterstüzt, worüber unten zu reden ist: und dennoch geht im Semitischen diese verdoppelung, welche eine seiner frischesten und thätigsten sprachmächte ist, nicht über die bildung von stämmen unmittelbar aus der wurzel hinaus. Das Mittelländische nun besass diese malerische ausprägung des wurzelbegriffes zur immer feineren schilderung ursprünglich zwar ebenfalls, und am meisten hat sie sich noch im Sanskrit in

der übung erhalten [1]): allein sehr früh hat es diese besondre sprachmacht vielmehr zur ausprägung von begriffen angewandt welche doch noch um eine ganze stufe höher stehen weil sie geistigeren wesens sind, wir meinen die begriffe der verschiedenen zeiten der handlung. Das Mittelländische bildet dadurch auf eine ebenso ursprüngliche und noch stark malerische als eigenthümliche weise zunächst seine Vollendete Zeit [2]), dann vermittelst eines neu hinzutretenden weitern sprachmittels auch andere zeiten.

Indem nämlich durch die verdoppelung auch so feine begriffe wie die der zeit der handlung sich ausdrücken, verfeinert sie sich selbst zunächst dahin dass nur die anlaute vorne sich verdoppeln und so zu anfange dem worte eine neue kurze sylbe erwächst; welches denn zugleich ein erster ansaz zum vorderbaue des wortes wird, während die verdoppelung im Semitischen vorherrschend noch immer das ende oder die mitte und wenigstens nie den bloßen anfang der wurzel trifft. Aber vervielfältigt sich so der bau des wortes von vorne wie von hinten und wird es wie von allen seiten her durch hinzutretende laute für nebenbegriffe wie bedrängt, so ist nicht auffallend dass es solche laute allmählig auch in sein eignes innere immer tiefer eindringen und sich mit diesen lauten vereinigen oder verschmelzen läßt. Dies ist die *innere wortbildung* welche nach s. 27 f. im Nordischen sprachstamme kaum erst anfängt, im Koptischen nach Abhandl. I. s. 17 f. schon stärker ist, im Mittel-

1) theilweise gehören bildungen dieser art zu dem ältesten sprachgute im Sanskrit: aber denkwürdig ist immer dass solche älteste und stärkste bildungen gerade bei den späteren Sanskritdichtern mit großem eifer wiederkehren und aufsneue sehr beliebt werden.

2) der begriff einer völligen vergangenheit oder vollendung der handlung kann nicht deutlicher wiedergegeben werden als durch solche starke wiederholung wie רָאוֹ רָאִינוּ *gesehen haben wir* wie *Hebr. LB.* §. 312*a* gezeigt ist (vgl. besonders auch Num. 12, 13): allein dass eben dieser begriff im Mittelländischen seit seiner urzeit beständig durch eine dieser sprachmacht entlehnte so kurze scharfe wortbildung sich fest ausgedrückt hat, ist gerade hier das wichtige. — Uebrigens darf man nie vergessen dass die zeitbegriffe immer erst auf andere sinnlich nähere liegende folgen, wie sogar die bildungen *γίγνομαι, μιμνήσκω* ursprünglich stämme für das *Inchoativum* und *Desiderativum*, dann erst für das *Praesens* sind.

ländischen aber von verschiedenen stellen aus schon immer mehr zu einer wahren neuen großen sprachmacht wird [1]), während sie erst im Semitischen (wie unten zu sagen) ihre größte macht entwickelt. Wenn also diese verdoppelung, wie eben gesagt, zunächst die VZ. bedeutet, so drängt sich nun um umgekehrt die UvZ. mit den ihr leicht weiter anklebenden begriffen des bloßen wollens und beginnens [2]) oder des fortdauerns in der gegenwart anzuzeigen, ein scharfes *i* in die verdoppelung vorne ein [3]); und ein neues sprachmittel entsteht auf solche weise, während sich der ursprünglich so mächtige gegensaz zwischen der V. und der UvZ. sogar auch auf diesem wege wiederherstellt.

Aber abgesehen von solchen neuen sprachmitteln wodurch das Mittelländische in seiner weise die wortbildung so mannichfach und so treffend weiterführt, tritt mit ihm ein neuer grundsaz des schaffenden sprachgeistes ein welcher es erst wahrhaft zu dér stufe von eigenthümlicher freiheit herrlichkeit und vollendung erhebt auf welcher es steht und mit welcher es in vieler hinsicht alle die übrigen sprachstämme überragt. Dieser grundsaz geht von dém streben áus jedes wort welches ansich im saze eine nothwendige oder doch erträgliche stellung hat auch äußerlich als ein wahrhaft in sich geschlossenes vollständiges wort zu bezeichnen: ein streben welches troz seiner unscheinbaren wichtigkeit den wortbau sowohl wie den sazbau erst wahrhaft

---

1) wie diese sich außerdem in den alten sprachen des stammes äußert 1) in den bildungen der VZ. welche wie lat. *frégi* die verdoppelung durch ein *i* als überbleibsel davon ersezt haben; 2) in den Sanskritischen Vriddhi-Bildungen des bezüglichen beschreibewortes कार्यः oben s. 45 und sovielen andern; aber auch das lat. *hûmânus* von *hŏmĭn* gehört eben dahin. Von anderen bildungen dieser art namentlich im Deutschen sehen wir hier ab.

2) dass hier ursprünglich auch ein anhängsel sich findet ebenso wie bei der bildung der VZ., ist nicht auffallend; zwei ansich verschiedene sprachmittel vereinigen sich oft um solche lezte scharfe nebenbegriffe zu schaffen; und *γιγνώσκω* ist insoferne älteren gepräges und vollerer erhaltung als जनामि. Dass aber die fälle जनामि ददामि vorne das scharfe *i* schon wieder verloren haben, zeigen fälle wie तिष्ठामि.

3) dieses *i* ist gewiss dasselbe welches zur auszeichnung der gegenwart auch nach dem hinterbaue noch erscheint in den bekannten Präsensendungen *-μι*.

vollendet, und zum geseze geworden das Mittelländische erst wie zu einer ganz neuen sprachart höchster vollendung umzugestalten fähig war, sodass hier noch eine ganz neue sprachmacht lezten ursprunges und zugleich wirksamster kraft und verklärender wirkung thätig wird. Ueberblickt man nämlich die andern drei sprachstämme, so sieht man dass jeder von ihnen das wort zwar zehr bestimmt von der bloßen wurzel und seinen übrigen urbestandtheilen unterscheidet, wie wir dies oben sogar auch bei dem Nordischen in den deutlichsten beweisen sahen, keiner aber das wort durch einen bestimmten klaren ausdruck als ein selbständiges volles glied des sazes unterscheidet. Denn das thatwort ist zwar unverkürzt angewandt vonselbst ein solches glied und bedarf weiter keines äußeren zeichens: die übrigen wörter aber deren anzahl doch die größere ist, entbehren wenigstens eines durchgreifenden und überall leicht klaren zeichens dieses sinnes völlig; ja die wortkette welche im Semitischen, und die sazkette welche nach Abhandl. I im Koptischen und theilweise im Semitischen herrschend wird, hebt ein solches überall gleichmäßiges leichtes und deutliches zeichen auf. Indem also das Mittelländische ein solches durchführte und zwar noch nach dem ursprünglich in ihm (wie oben gezeigt) allein herrschenden hinterbaue des wortes, brachte es zunächst zwar in dem wortbaue aber inderthat vielmehr im sazbaue hier die lezte vollendung welche leicht möglich. Denn fragen wir weiter was denn im einzelnen hieher gehöre als aus dem obersten grundsaze fließend, so ist es

1) vor allem die bildung eines überall gleichmäßigen *Nominativ's* welche hier so wichtig wird und sovieles zur lichten klarheit der rede beiträgt. Denn die andern sprachstämme können zwar, wie sich fast vonselbst versteht, den sinn des grundwortes im saze ebenfalls überall wo es nothwendiger wird entweder durch die bloße wortstellung oder zugleich durch ein sehr starkes äußeres zeichen hervorheben, wie Abh. I. s. 26 sogar beim Koptischen nachgewiesen wurde: allein erst im Mittelländischen treten die beiden grundtheile des sazes vermittelst des beim nennworte überall gleichmäßig anzuwendenden Nominatives so klar und so fest als möglich hervor. Denn nur dieses ist der hauptzweck des Nominatives, wie sich dies am deutlichsten im Sanskrit ausgeprägt zeigt [1]): er dient aber dann auch ganz entsprechend zur einseiti-

1) man kann sich eine besondre bildung des Nominativs nur als eine noch beson-

gen hervorhebung des grundwortes bei den begriffen des nennens und schaffens, indem auf das genannte oder geschaffene als etwas selbständiges kurz hingewiesen wird [1]). Wiefern aber auch das Semitische wenigstens in seinem Arabischen zweige etwas ähnliches ausgebildet habe, wird unten berührt werden. — Weiter aber hält das Mittelländische seinen grundsaz folgerichtig

2) dádurch fest dass jedes wort welches im saze den begriff eines andern näher zu bestimmen dient, entweder durch den vorderbau (welchen dieser sprachstamm beim saze nach s. 41 f. aus seiner vorzeit her besizt und mit dem Nordischen theilt) mit diesem aufs engste zu éinem neuen zusammengesezten worte verknüpft werde, oder freier aber dennoch vermittelst eines bestimmten Casus hinreichend deutlich bezogen im saze erscheine. Denn wenn jedes wort im saze seiner stellung nach schon für sich vollkommen klar und abgeschlossen erscheinen soll, so entsteht daraus nothwendig auf der einen seite wo die sprache aus gewissen gründen solche selbständigkeit nicht will größere abhängigkeit und schärfere unterreihung, auf der andern größere freiheit. Auf der einen seite also entsteht erst hier wahrhaft die wortzusammensezung, deren grund allerdings nach s. 30 f. 42 im Nordischen schon gegeben ist: ihr gesez ist dass nur der schluss als das lezte glied der wortzusammensezung vermittelst seines Casus ein volles leben und freie bewegung im saze hat, alle vorderen von ihm nur wie getragen werden und insoferne nur wie halb oder auch völlig unvollständig sind. Und indem das Mittelländische so eine erbschaft antritt die ihm durch die festen bildungen der vorzeit schon wie aufgespart ist, gewinnt es durch diese neue macht rasch eine lichte klarheit und eine beweglichkeit und fügsamkeit ver-

---

ders starke hervorhebung des in jedem nennworte ansich schon liegenden begriffes des Persönlichen d. i. Selbständigen denken, so dass er auch nur in solchen sprachstämmen sich noch zulezt ausbilden konnte welche überhaupt dies Persönliche stärker hervorheben; s. darüber weiter *Hebr. SL.* §. 202 *a.*

1) gemeint sind hier die besonders im Sanskrit so deutlichen fälle wo dem allein gesezten Nominative ein नाम oder ein इति sich anhängt; allerdings der bloßen sache nach sehr ähnlich wie im Türkischen ein ديو (aus dem Gerundium دييوب verkürzt): aber im grunde gehört hieher auch jeder Nominativ in fällen wie *hic consul creatus est.*

bunden mit einer kürze und schärfe wie kein anderer sprachstamm sie völlig ebenso besizt. Auch dehnt es die dadurch gewonnene macht sofort noch weiter aus, indem es zwar nicht thatwort und thatwort so verknüpft [1]), wohl aber jedem thatworte die zum sinne nothwendig scheinenden verhältnißwörtchen durch den vorderbau strenge unterreihet; wodurch es eine ganz neue fähigkeit die grundbegriffe der thatwörter aufs kürzeste und mannichfaltigste freier zu bestimmen gewinnt. — Von der andern seite aber müssen nun alle nebenbegriffe welche so nicht wohl untergereihet werden können [2]) oder auch nach dem besondern sinne des redenden nicht untergereihet werden sollen, dennoch immer in einem bestimmten Casus erscheinen, wodurch ihre stellung im saze fester aber auch viel freier wird; was denn die hauptveranlassung zu der freieren wortstellung wird welcher sich dieser sprachstamm wenigstens seinem urwesen zufolge und in seinen ältesten zweigen überall erfreuet. Aber indem so die im saze denkbaren wortverhältnisse sämmtlich durch die wortbildung schärfer hervortreten, bildet sich

3) insbesondre auch éin weiterer Casus erst zu seiner wahren vollkommenheit und kraft aus welcher in den sprachen der andern stämme entweder noch garnicht oder nur erst unvollkommner daist. Das ist der *Genitiv*, dessen ursprünglicher mangel im Nordischen oben s. 22 bemerkt wurde, der auch im Koptischen noch immer sehr viel gebundenes und beschränktes an sich trägt [3]), und der sogar im Arabischen keineswegs von dieser seiner gebundenheit sich losgerungen hat (wie unten noch näher zu sagen ist). Im Mittelländischen ist er dagegen von anfang an in seiner vollesten freiheit und

---

1) was allerdings ansich nicht minder möglich wäre, wie andere sprachen zeigen.

2) was dies zu bedeuten habe kann man schon an dem éinen beispiele deutlich erkennen welches oben s. 30 f. etwas näher erläutert wurde. So scheidet sich hier alles nach immer feineren und doch bedeutsamen und sehr nothwendigen rücksichten.

3) ich kann dieses ansich genug wichtige hier nur in der kürze berühren und etwas näher beweisen. Ein beweis dafür liegt nun schon dárin dass das Koptische zwar durch das vorsazwörtchen ⲛ oder bestimmter ⲛ̀ⲧⲉ den Genitiv bezeichnen kann, aber der Genitiv auch mit ihm nie sowie im Mittelländischen ganz frei vorantreten kann.

kraft da, kann an jeder stelle des sazes seine gute stelle haben, und wird aufs vielfachste im feinsten und geistigsten gebrauche angewandt.

Indem nun auf diese art alle nur denkbaren worte im saze sich so scharf und so lichtvoll sondern und mit der größten freiheit der wortstellung sich die durchsichtigste klarheit der einzelnen glieder des sazes verbindet, ist es endlich ganz entsprechend dass von den beiden grundhälften des sazes die eine nämlich die aussage, wo sie nicht schon in einem bestimmteren thatworte ruhet, wenigstens durch das thatwort *Seyn* als das des allgemeinsten sinnes ausgedrückt werde. Dadurch sondern sich nun auch am kürzesten und entsprechendsten die beiden grundhälften des sazes, wenn die aussage in einem nennworte liegt; und zugleich gewinnt die sprache dadurch die fähigkeit die halben thatwörter mit dem begriffe des *daseyn's* zu vermeiden, obgleich sie im Griechischen und Armenischen bereits wiederkehren [1]. Es ist sicher denkwürdig genug dass die durch den unendlichen gebrauch fast bis zum verschwinden aller festeren laute abgenuzte und doch noch für diesen zweck völlig genügende wurzel *as* zu dem ältesten sprachgute dieses stammes gehört und durch alle seine sprachen hindurchgeht. Ganz anders ist dies alles in den Semitischen sprachen [2]: wiewohl es auch hier noch von nicht geringer bedeutung ist dass das Nordische nach s. 36 etwas sehr ähnliches besizt.

Die vielen weiteren folgerungen welche sich aus alle dem ergeben, übergehen wir hier, und bemerken nur noch dass, wenn die großen hälften des sazes stets so scharf unterschieden aus einander fallen, auch ein ganzer saz sehr lichtvoll dem hauptsaze só untergereihet werden kann dass er mit seinen

---

1) vgl. darüber oben Abhandl. I. s. 63 ff.

2) von denen fast jede ein anderes thatwort für den begriff *seyn* ausgebildet hat, während keins von ihnen an gefügsamkeit und umfassender anwendung es dem éinen Mittelländischen gleichthut. Die wurzel des Mittelländischen hat sich innerhalb des Semitischen wahrscheinlich nur in dem als halbes thatwort für den begriff des *daseyns* gebräuchlichen יֵשׁ erhalten, von welchem sich nachweisen läßt dass es ursprünglich gleichmäßig durch alle Semitische sprachen hindurchging, welches also uralt seyn muss und uns vermöge seines zusammenhanges mit אָשָׁה *gründen* zugleich noch in die urbedeutung blicken läßt.

beiden hälften zugleich in einen den zustand bezeichnenden Casus tritt [1]: eine fähigkeit welche dem übrigen baue des Mittelländischen völlig entspricht; und während sie säze zu bilden hilft welche an umfassender länge mit den nach s. 37 f. im Nordischen möglichen wetteifern, doch nicht an der einartigkeit des diesem eigenthümlichen starken gebrauches der Gerundien leiden, zu welchem sich übrigens auch das Sanskrit weit mehr als die andern Mittelländischen sprachen neigen.

Nimmt man dies alles zusammen, so ist freilich unläugbar dass das Mittelländische schon wie von seiner wiege an einen bis zu einer höchsten vollendung gediehenen geraden starken und machtvollen bau hat: wiewohl man sich sehr irren würde wenn man ihm sei es im Ganzen oder auchnur einer einzelnen sprache von ihm nach allen seiten hin die höchste vollendung zuschreiben wollte; worüber bald noch weiter zu reden ist. Frägt man aber wie sich etwa geschichtlich diese seine höhere vollendung erklären lasse, so kann die antwort darauf besser unten bei der allgemeinen übersicht über die vier sprachstämme gegeben werden. Jezt ist es zeit auch

3. den Semitischen sprachstamm

näher zu betrachten, von dessen eigenthümlichkeiten ich hier umso kürzer reden kann da ich sie bereits in sovielen größeren werken und vorzüglich in den neueren bearbeitungen der *Hebr. SL.* genauer auseinandergesezt habe: obgleich es sicher sehr zu bedauern ist dass die dort niedergelegten erkenntnisse bisjezt weit weniger sorgfältig beachtet und wohl angewandt sind als sie zum besten der allgemeinen sprachwissenschaft verdienten.

Nun drängt sich aber hier vor allem die allgemeine bemerkung auf dass das Semitische auf der einen seite ebenso sicher bis auf eine gewisse stufe mit dem Mittelländischen und daher entfernter auch mit dem Nordischen eine verwandtschaft ja eine wie uralte gleichheit aufzeigt, als es auf der andern vom Mittelländischen und noch weit mehr vom Nordischen sehr stark abweicht und ganz andern ihm eigenthümlichen mächten folgt: abgesehen hier

---

1) der lat. sogenannte *abl. abs.* und alles ähnliche in den übrigen Mittelländischen sprachen.

von seinem höhern zusammenhange mit dem Koptischen, worüber nach vielen seiten schon Abhandl. I besonders geredet ist. Es ist alsob das Semitische bei seiner losreißung zunächst vom Mittelländischen selbst eine gewaltigste erschütterung und umwandlung erfahren habe, sodass es in jugendlicher kraft sich wieder aufraffend dann ganz andere wege versuchte und eine menge eigenthümlicher sprachmittel und sprachmächte gewann. So gross und so mannichfach jedoch auch diese eigenthümlichkeiten sind, so lassen sie sich (abgesehen von einzelnen sehr eigenthümlichen lauten, die wir hier nicht erläutern wollen) bei näherer betrachtung auf zwei neue grundtriebe und grundmächte zurückführen.

1. Das Semitische unterscheidet sich vom Mittelländischen vor allem dadurch dass es im worte den vorderbau schon weit mehr anwendet, wenngleich bei weitem nochnicht só sehr wie dieser im Koptischen allein die herrschende große macht geworden ist. Dass auch das Semitische ebenso wie das Koptische in seinen lezten grundlagen vom hinterbaue des wortes ausgeht, ist unläugbar: aber während das Mittelländische die verhältnißwörtchen dem thatworte nach s 52 f. in der wortzusammensezung schon immer voranschickt und wie in folge davon wenigstens die noch beweglicheren allmählig auch dem nennworte immer häufiger voranstellt, treten sie im Semitischen ebenso wie im Koptischen dem nennworte mit solcher allein herrschenden macht voran dass in ihm sogar von Casus im sinne des Nordischen und des Mittelländischen überhaupt fast gar keine rede mehr seyn kann [1]. Das Semitische ist also hierin schon fast völlig wie umgekehrt und aus den ersten fugen gehoben auf welchen es einst stand.— Die zeichen für das Selbst das geschlecht und die zahl fügen sich zwar noch immer vorherrschend allein nach dem hinterbaue an [2], schieben sich jedoch zum baue der UvZ. einem

1) vgl. *Hebr. SL.* §. 201 ff.

2) nur dass sie im Arabischen und Aethiopischen vom ende des wortes allmählig sich verflüchtigend auch schon sehr stark weiter vorwärts in das wort selbst aufs mannichfachste eingedrungen sind (*Hebr. LB.* §. 107 *d.* 177 *b*): welcher gewaltige fortschritt der unten zu berührenden eigenthümlich Semitischen *inneren wortbildung* zwar im zuge und triebe aller mächte des Semitischen sehr folgerichtig, dennoch aber geschichtlich nur erst in éinen zweig des Semitischen so eingedrungen ist.

wichtigen bruchtheile nach auch bereits nach vorne, als wollte der zug welcher im Koptischen allein mächtig geworden ist auch hier eingreifen. — Was aber das wichtigste, sogar mitten in die stammbildung ist dieser machtvolle zug mit überwältigender gewalt in das Semitische eingedrungen und hat es dem Koptischen sehr ähnlich gestaltet. Und wie nun jezt das Semitische wort nach alle dem sich im wesentlichen ausgestaltet hat, ist es ein gebilde welches von seinem lebendigen herzen aus leicht ebenso viele nebenglieder vorne als hinten trägt und sich in den hinter- und vorderbau fast gleichmäßig theilt. Man kann diese eigenthümlichkeit des Semitischen wortes vom standorte der sprachenbildenden kraft aus für eine schöne mitte und eine in diesem kreise der wortbildung höchste vollendung halten, darf aber dabei nicht läugnen dass sie geschichtlich nur auf diesem wege und vermöge der besondern stellung des Semitischen zwischen dem Mittelländischen und Koptischen entstanden ist[1]).

Aber wir sahen oben s. 28 ff. dass die macht und gestaltende kraft des wortbaues die des sazbaues ursprünglich wie durchkreuzt: und eine höchst denkwürdige folge davon sehen wir in eigenthümlichster weise auch hier. Denn nachdem die richtung des wortbaues sich im Semitischen so stark umgekehrt hat, ist ihr díe des sazbaues só gefolgt dass die worte sich in ihm gerade umgekehrt an einander reihen wie im Mittelländischen und im Nordischen, auch hier also eine entsprechende umkehrung erfolgt ist. Das thatwort mit seinem ganzen gewichte voran, das grundwort soweit es noch besonders hervorzuheben ist ihm folgend, kleinere begriffe sich gerne in die mitte schiebend: das ist nun der dem Semitischen völlig eigenthümliche hinterbau des sazes geworden. Ja diese wortreihe liegt ihm überall sósehr als die nächste vor dass ihre neue umkehrung mit absichtlicher voranstellung des grundwortes nun vielmehr in ihm selbst eine neue bildung für den begriff des zustandsazes geworden ist[2]).

---

1) aus alle dem folgt also auch dass die anfügung des Artikels nach dem hinterbaue des wortes wie sie in dem Aramäischen sogenannten *status emphat.* ausgeprägt ist, innerhalb des Semitischen selbst älter seyn muss als seine voranstellung im Hebräischen und Arabischen.

2) s. darüber *Hebr. Spr.* §. 306*c* f. 341. Dazu kommt aber aus einem ganz an-

Und diese macht nachdem sie einmal im geradesten gegensaze zum Mittelländischen und höber hinauf zum Nordischen im Semitischen so gewaltig und grundbestimmend geworden, reicht endlich auch sóweit dass sie den hinterbau sogar auch in den längeren saztheilen streng durchführt und hier etwas ganz neues schafft. Im Nordischen treten nach s. 30 alle die ein nennwort beschränkenden nennwörter nach der strengen reihe der beschränkung selbst im vorderbaue voran: diese reihe drehet sich nun im Semitischen gerade nach denselben stufen völlig um, sodass die unserer Deutschen völlig entsprechende Türkische wortreihe بو اولو كشى (*bû ulu kishi*) *dieser große mensch* im Semitischen mit geradezu umgekehrter stellung lauten muss הָאִישׁ הַגָּדוֹל הַזֶּה. Demnach reihet sich also auch ein beschränkendes sachwort dém sachworte unter welches seiner zur beschränkung seines begriffes nach dem sinne der rede bedarf, wodurch sich eben der mangel unsres *Genitivs* ergänzt: allein wie im Nordischen nach s. 31 die bloße nebeneinanderreihung zweier solcher sachwörter nach dem vorderbaue nicht für hinreichend gilt den mächtigen begriff des Genitives auchnur in dieser wechselseitigen gebundenheit der worte zu schaffen, ebenso ist sehr denkwürdig dass sie auch nach dem hinterbaue im Semitischen ursprünglich keineswegs für genügend galt [1]). Das zu beschränkende nennwort reihet sich vielmehr im Semitischen das es beschränkende ursprünglich auch durch ein stets gleiches beziehungswörtchen unter: und so entsteht in ihm die ganz eigenthümliche *wortkette* (der sogen. *stat. constr.*), welche dann eine wahre lebensmacht des Semitischen wird und ein ihm wesentlichstes gebilde wodurch es sich von allen den drei übrigen hier mit ihm zusammengefaßten sprachstämmen so stark unterscheidet. Und doch erscheint sie in ihm nach diesem großen zusammenhange der aus-

---

dern antriebe im Arabischen die durch ein sazkettenwörtchen erzwungene voranstellung des grundwortes, worin sich das Arabische dem Koptischen nähert nach Abhandl. I. §. 12. Man muss diese erscheinung welche innerhalb des Semitischen nur im Arabischen zur blüte kommt von anderen womit sie leicht verwechselt werden könnte wohl unterscheiden.

1) ich deute hier nur kurz an was in der *Hebr. SL.* §. 208 ff. weiter gezeigt ist: aber nichts ist für diese ursprüngliche bildung des *wortes in anziehung* zugleich lehrreicher als der gerade umgekehrte bildungsfall im Nordischen.

bildung der vier großen sprachstämme só wenig wie willkürlich und zufällig dass wir mit recht sagen können sie könne seinem gesammten baue ja seinem geschichtlichen wesen und ursprunge zufolge in ihm nicht fehlen.

Aber die gesammtfolgen schon aus alle dem sind für das Semitische wichtig genug. Das Semitische hat sich schon demzufolge, nachdem es in den vorzeiten offenbar lange genug mit dem Mittelländischen und Nordischen gemeinsame wege gewandelt, durch eine lezte umbildung vom Mittelländischen völlig losgetrennt und gerade am ende sich durchaus verschiedenen mächten überlassen. So fehlt ihm eben dás was das höchste im Mittelländischen und seine wahre zierde ist, die lezte vollendung und wie geistige verklärung des wortes mit der höheren freiheit in seinem gebrauche. So kann denn hier auch keine ächte wortzusammensezung raum finden; sodass was sich dennoch ähnlichen gebildes im Semitischen findet, nur sehr zerstreut und nur wie verschwindendes überbleibsel einer einst mächtigeren sprachfähigkeit erscheint [1]. Und weil ein saz menschlicher rede nach dem hinterbaue angelegt, da es ihm am ende an einer rechten stüze fehlen würde, unmöglich sich nach belieben weit ausdehnen und spannen läßt, so hat das Semitische eine entschiedene vorneigung für kurze säze angenommen, worüber unten noch weiter zu reden ist.

Indessen fällt die verästelung des Semitischen in mehere größere und kleinere zweige, wenn wir die ältesten uns bekannten Semitischen sprachen darunter verstehen, offenbar noch in sehr entfernte zeiten, wo der sprachenbildende schöpfertrieb noch lebendiger war; und da das Semitische nachdem es sich von seiner ursprünglichen verwandtschaft losgerissen hatte in jenen urzeiten eine kleine sprachwelt fürsich bildete, so ist nicht auffallend dass in diesen seinen ältesten zweigen als sie sich gesondert ausbildeten auch noch mancher schöpferische trieb sich ähnlich regte wie im Mittelländischen wäh-

---

1) diese zerstreuten fälle einer art von wortzusammensezung sind *Hebr. SL.* §. 270 f. gesammelt und erläutert: und es ist hier wichtig genug dass sie sich eben nur im Hebräischen, nicht im Arabischen oder im Aethiopischen noch finden: denn in diesen sprachen würde man wörter gebildet wie בְּלִימָה *ein Nichtetwas*, לֹא עָם *ein Nichtvolk* oder *Unvolk* vergeblich in diesen bedeutungen suchen.

rend seiner urzeit. Je früher freilich eine solche einzelne Semitische sprache mit ihrem volke selbst in das hohe leben der geschichte eintrat und dem geiste zum bloßen mittel für ganz neue schwere aufgaben des volksthümlichen lebens dienen mußte, desto bälder kam der lebendigere bildungstrieb in ihr zum stillstande. So mag zuerst der Aramäische zweig des Semitischen zu einem solchen stillstande gekommen seyn, dann unter einem ganz andern volke und in verhältnißmäßig späteren zeiten der Hebräische, während andere sich noch jugendlicher erhielten und neue kräftige sprossen höherer ausbildung ansezten. Eine endung welche im Hebräischen noch nie den gewöhnlichen Accusativ bezeichnete, ist im Aethiopisch-Arabischen zweige dazu geworden [1]; nur in diesem zweige finden sich ferner die schon s. 56 berührten umbildungen der endungen für zahl und geschlecht; und manches ähnliche ließe sich hier erwähnen. Das wichtigste davon ist dass das Arabische (was wir jezt gewöhnlich so nennen) erst nach seiner trennung vom Aethiopischen durch eine lezte umbildung die äußere bezeichnung eines Nominatives und eines Genitives durchführte, als wollte auch hier endlich auf dem höchsten gipfel der ursprünglichen sprachentwickelung dasselbe sich vollenden was wir dort im Mittelländischen sahen: allein keine dieser beiden bildungen hat im Arabischen ihrem geschichtlichen ursprunge nach noch das geringste mit den entsprechenden Casus des Mittelländischen gemein; und dieser Arabische Genitiv reicht außerdem als dennoch allein von der wortkette abhängig weder an ursprung noch an kraft und freiheit auch nur entfernt an dén des Mittelländischen. Wir wissen jezt nicht wann das Arabische sich so vom Aethiopischen trennte und noch diese im Semitischen mögliche lezte verklärung gewann: allein es wäre ein großer irrthum und fehler wenn man dieses ganze so klare geschichtliche verhältniss umkehren und das Arabische allein zu dem ursprünglichsten Semitischen machen wollte [2].

---

1) s. *Hebr. SpL.* §. 216.

2) dies ist der irrthum von welchem Justus Olshausen in einer 1861 angefangenen Hebräischen Grammatik ausgeht: wie ich in den *Gött. Gel. Anz.* 1861 s. 1801—20 weiter zeigte; auch in der bald erscheinenden 7ten ausgabe der ausführlichen Hebr. SpL. werde ich davon reden. Unstreitig kann die entdeckung der älteren Semitischen sprachen, des Phönikischen, des Himjarischen, des Nabatäischen,

2. Am stärksten aber zeigt sich wieviel überströmendes frisches eigenleben und welche kraft für neue schöpfungen das Semitische sogleich bei seiner allerersten trennung vom Mittelländischen wie vom Koptischen noch in sich schloss, an der zweiten hohen eigenthümlichkeit welche es auszeichnet ja wodurch es sich unter allen sprachstämmen zu einer stufe fester ausbildung erhebt welche kein anderer erreicht oder auchnur versucht hat. Das ist die *dreilautigkeit* seiner wurzeln für thatwörter und die diesen entsprechenden andern, welche man sich allerdings als eine art neuer schöpfung denken muss, welche die sprachenbildende kraft noch beim entstehen dieses sprachstammes hervorzauberte und die dann diesem stamme zu einer wunderbaren macht wurde durch welche er viel leichte klarheit und feste gleichmäßigkeit in allen seinen wortbildungen erreichte. Um dieses seiner möglichkeit nach etwas näher zu begreifen, muss man bedenken dass der Semitische sprachstamm, wie sich schon aus seiner eben geschilderten ersten großen eigenthümlichkeit ergibt, erst wie nach einer gewaltigen erschütterung und umwandlung und durch eine noch wahrhaft schöpferisch belebende kraft auf dem verwitterten boden älterer sprache sich neu erhoben hat. Wir können nun beobachten wie in den übrigen sprachstämmen, im Mittelländischen sowohl als im Nordischen und im Koptischen, die wurzeln der wörter einem großen theile nach durch den beständigen gebrauch und ammeisten auch durch die wortbildung den lauten nach ungemein verflüchtigt und verkürzt sind; denn nicht bloss etwa die thatwörter für den allgemeinsten abgeblaßten begriff des *Seyns* haben nach s. 54 ihre wurzellaute so fast bis zum verschwinden immer mehr abreiben und verfeinern lassen, sondern auch viele andre; was kann z. b. abgegriffener und wie vergeisterter seyn als die Mittelländische wurzel *i* für *gehen*, und was bleibt im Sanskrit die meisten bildungen hindurch von wurzeln wie दा *geben* und धा *sezen*? Erklärt sich aber diese allmählig so fast alles mass überschreitende abblassung der wurzellaute am leichtesten im Mittelländischen durch die in ihm herrschende fügsamste wortbildung und nochmehr

---

des Assyrischen, soweit ihre erkenntniss uns wieder sicher aufgeht, auf diese urverhältnisse alles Semitischen ein immer volleres licht werfen: allein vor allem muss die entzifferung einer jeden solchen sich uns neu öffnenden sprache erst vollkommen sicher seyn ehe man solche weitere folgerungen daraus ziehen darf.

durch die zusammenschweißende macht der wortzusammensezung, so findet sich doch auch im Nordischen und noch mehr im Koptischen vieles ganz ähnliche; und dass eine so große verflüchtigung der urlaute vieler wurzeln schon in jenen entfernten zeiten unmittelbar vor der entstehung des Semitischen einriss, kann nicht geläugnet werden. So war es denn wahrhaft eine rückwirkende kraft[1]) welche im Semitischen das gesez schuf dass keine wurzel weniger als drei feste und zugleich theilbare laute haben dürfe: und nur dass dieses gesez in ihm mit der höchsten folgerichtigkeit und genauigkeit durchgeführt ist, muss fast wie ein wunder wahrer schöpfung betrachtet werden, da das Semitische dadurch wie einen ganz neuen hellen anfang und festen grund sich erworben hat. Auch ist dabei nach unten hin völlig ein rechtes mass getroffen: denn dieses gesez gilt keineswegs für die deutewurzeln, als welche nach dem gefühle der sprache selbst auf einer niedrigeren stufe der bedeutung stehen; es gilt mit seiner ganzen strenge nur für die thatwörter und was diesen an gewicht gleich steht; ja es lässt bei vielen der einfachsten und häufigsten sachwörter wie שֵׁם *name* בֵּן *sohn* an seiner strenge wirklich etwas ab, stellt sich aber bei jedem auch neu sich bildenden thatworte und bei jeder sonstigen tiefergehenden neubildung immer sogleich in seiner vollen kraft wieder her, sodass jene ausnahmen selbst nur wie auf bedingung geduldet werden und dennoch nur das éine helle gefühl der nothwendigen dreilautigkeit der wurzel die ganze sprachthätigkeit wie eine allein herrschende macht durchdringt. Allein eine rückwirkende kraft ist doch nie eine rein und frei schöpferische: das bewährt sich auch hier. Denn indem das gesez die dreilautigkeit fordert, schließt es streng genommen eine noch längere und bestimmtere ausbildung der wurzel die doch in den übrigen sprachstämmen möglich ist aus, sodass hier z. b. eine wurzel wie die Lat. *scand*... oder wie die Sanskr. स्पर्श्, श्च्युत् wenigstens von vorne an unmöglich ist. Die freiheit der wurzelbildung wird also insoferne hier gegen die innere nothwendigkeit der sache schon beschränkt: und nur auf andern wegen, be-

1) welche sich in gewisser hinsicht auch im Deutschen zeigt: denn es ist doch gewiss nicht zufällig dass das Deutsche abgesehen von den zwei bis drei begriffen für *Seyn* keine so abgeblaßte wurzeln hat wie die übrigen Mittelländischen sprachen.

sonders auch durch den reichthum an höchst eigenthümlichen einzelnen lauten welche das Semitische sich ausgebildet hat, kann sie sich wiederherstellen [1]).

Eine solche rückwirkende kraft wie wir sie hier an einem großen beispiele walten und soviel sie vermag neues schaffen sehen, läßt sich auch sonst im Semitischen wohl entdecken. Der Nordische liebt nach s. 37 f. die durch eine höhere einheit sich verbindenden gleichen worte und säze aufs einfachste ohne äußere verbindung an einander zu reihen; und auch das Mittelländische steht (wie s. 42 f. gezeigt) nach einer seite hin dieser sprödigkeit nicht ferne. Wie im geradesten gegensaze dazu liebt das Semitische die kleinen verbindungswörter in einer häufigkeit und unermüdlichen vielfachsten anwendung wie kein anderer sprachstamm, sowohl bei einzelnen nennwörtern als bei ganzen säzen. Dazu wirkt nun freilich die vorneigung zum bilden kurzer säze mit welche dem Semitischen nach s. 59 eigenthümlich ist: allein wenn man weiter bedenkt dass dieselbe häufigkeit der verbindungswörtchen auch im Koptischen wiederkehrt und diese beiden sprachstämme auch nach dieser seite hin gemeinsam gegen die beiden anderen zusammenstehen, so wird man hier desto weniger an das walten des bloßen zufalles glauben wollen. Das Koptische macht nur unter den einzelnen verbindungswörtchen weit feinere unterschiede [2]) als das Semitische in seinen beiden nördlichen hauptzweigen, dem Aramäischen und Hebräischen; dies bildet eine der feinheiten und zierden des Koptischen, worin ihm jedoch innerhalb des Semitischen selbst das Äthiopische auf eine sehr denkwürdige weise sich nähert, nächstdem auch etwas das Arabische.

3. Durch das zusammenwirken dieser zwei sehr verschiedenen grund-

---

1) nach dieser auseinandersezung welche dás was ich vonjeher über den Semitischen wurzelbau äußerte nur noch bestimmter begründet, wird hoffentlich endlich das thörichte gerede darüber sich stillen und eine unzahl ganz verkehrter vorstellungen und ansichten darüber aufhören. Denn die frage wie die dreilautigkeit sich nun in jeder besondern wurzel gestalte, ist eben eine besondre, welche nur indem man auf die einzelnen wurzellaute nach ihrer bedeutung selbst und alle die frühesten grundlagen derselben eingeht richtig beantwortet werden kann.

2) s. darüber in der kürze Abh. I. s. 8.

mächte bildet sich aber im Semitischen endlich eine dritte vollkommen áus welche in ihm thätiger und fruchtbarer als in irgendeinem andern sprachstamme wirkt und seiner ganzen eigenthümlichkeit erst die spize aufsezt. Indem die wurzel nach jener ersten grundmacht sich vorne und hinten eine große schwere menge von anhängseln angliedert, wird sie von diesen selbst in der mitte immer mehr wie bedrängt und beengt, duldet also aúch immer mehr dass die laute der anhängsel von beiden seiten sich immer enger mit ihr vereinigen ja verschmelzen und allmählig in sie selbst eindringen. Ist nun dadurch der *inneren umbildung* der wurzel im worte schon ein mächtiger weg gebahnt, weit mehr als sich ähnliches nach s. 27 f. im Nordischen ja auch mehr als es sich nach s. 49 f. im Koptischen und Mittelländischen zeigt, so öffnet das Semitische diesem eindringen derselben alsdann wie freiwillig dádurch erst recht alle schleußen dass es immer drei feste theilbare laute [1]) als gleichmäßige grundlage jeder wurzel fordert. Denn so können in diese stets gleichmäßigen drei theilbaren grundlaute nichtnur von hinten oder von vorne leicht andere laute eindringen die ursprünglich durch die anhängsel gegeben sind, sondern die vocale als der lebendigste und geistigste bestandtheil aller laute können nun auch mit ihrem wechsel an stellung und an farbe auf das ungehindertste in sie einwirken und von ihr aus das ganze wort immer neu und nach immer feineren unterschieden der bedeutung umwandeln. Und so wird die innere umbildung erst die höchste sprachmacht im Semitischen, durch welche es bei aller kürze und schärfe die genau bestimmtesten bedeutungen ausprägt und fähigkeiten gewinnt worin in solcher weise kein andrer sprachstamm mit ihm wetteifern kann.

Dies alles zusammen bedingt demnach die hohe eigenthümlichkeit des Semitischen. Und leicht versteht sich dass es so wie von neuen grundlagen aus und aus einer früheren gestaltung erst zu seiner eignen kraft und schönheit sich erhebend manches einzelne einbüßen konnte was in dem einen oder

1) die beständige ja grundgesezliche und ganz beliebige theilbarkeit der wurzellaute ist inderthat im Semitischen ebenso wichtig als ihre feste zahl; denn den übrigen sprachstämmen ist sie von vorne an fremd, wenn auch das Neupersische aus weichlichkeit und besonders um der Arabischen dichtung mundgerecht zu werden für स्तु sein *sitû*... oder *sutû*... spricht.

andern ihm fremd werdenden sprachstamme sich voller erhalten oder weiter sich ausgestaltet hat. So theilt es zwar mit dem Mittelländischen und Koptischen die leichte unterscheidung des Weiblichen vom Männlichen, hat aber ebenso wie das Koptische die des Todten (das *neutrum*) verloren und steht dadurch hinter dem Mittelländischen ja hinter dem Nordischen zurück. Und dennoch übertrifft es das Mittelländische hier wiederum sogleich in der weit folgerichtigeren ausdehnung dieses unterschiedes zwischen Weiblichem und Männlichem und in ähnlichen feineren unterscheidungen der begriffe von stoff menge und zahl [1]). So vertheilen sich hier die wechselseitigen vorzüge und mängel. — Bevor wir jedoch aus allen bisher erörterten einzelnheiten die wichtigsten ergebnisse über die vier sprachstämme ziehen, ist es sehr nüzlich in einer etwas näheren betrachtung

4. des Armenischen

das beispiel einer sprache zu erkennen welche obgleich zulezt nur einem einzelnen dieser vier sprachstämme entsprungen und ihm im tiefsten grunde noch allein angehörig dennoch vielen ihrer eigenthümlichkeiten nach sich sehr stark den zwei andern sprachstämmen zuneigt in deren mitte sie auch örtlich ihre stelle hat, dem Semitischen und dem Nordischen. Denn will man in der kürze das ganze wesen des Armenischen beschreiben wie es uns in ziemlich alten büchern vorliegt, so kann man es nur in der eben angegebenen weise als eine mischsprache bezeichnen, nur dass man sofort den begriff einer mischsprache hier sehr genau näher bestimmen muss.

Nichts ist vor allem sicherer als dass das Armenische seinem ursprunge ebenso wie seinem wesen nach eine rein Mittelländische sprache ist, und troz aller ungünstigen einwirkungen von außen die es früh getroffen und aller innern umwandelungen die es infolge davon gelitten haben muss von diesem seinem tiefsten grunde nicht abgewichen ist. Dieser tiefste grund welchen eine sprache von ihrem großen weiten alten stamme her hat, wankt ja in keiner einzigen sprache so leicht: so ungemein kraftvoll ist die uralte macht des besondern stammes, und so weit stehen allerdings die großen sprachstämme von

1) s. darüber weiter *Hebr. SL.* §. 201 ff.

einander ab dass ihre stärkere mischung in einer einzelnen sprache sehr schwer wird, wovon auch oben s. 10 f. aus einem ganz andern sprachstamme ein lehrreiches beispiel vorgeführt wurde. Allein scheinbar von zwei entgegengesezten fremden seiten aus haben sich diesem fast unwandelbaren festen kerne anderweitige stoffe wie angebildet und beigemischt.

Von süden her hat das Semitische und in diesem zunächst das Aramäische einen unverkennbaren einfluss auf es entwickelt. An diesen grenzen bedrängten und mischten sich seit uralten zeiten stark Semiten und Armenier [1]), wie noch in späteren zeiten die geschichte Edessa's beweist. So sind manche Semitische worte gewiss schon in frühen zeiten in das Armenische eingedrungen und wie sein eignes gut geworden [2]). Aber auch die eigenthümlich Semitischen laute haben sich bis mitten ins Armenische verbreitet und hier ihre festen pläze gefunden. Und sogar eine art der Aramäischen bildung des dingwortes mit dem Artikel ist ins Armenische eingedrungen, nicht im geringsten zwar durch äußere nachbildung [3]), aber doch unverkennbar durch einen

---

1) sogar der Landname *Arâm* ist aller wahrscheinlichkeit nach ursprünglich derselbe mit *Armenien*, sodass die Aramäer und Armenier nur namen der zwei völker sehr verschiedenen stammes sind welche nach einander hier wohnten und sich auch später hier noch stark unter einander bedrängten. Die Armenier selbst nennen sich auch vielmehr *Hâiq* und führen sich auf einen stammvater *Hâi* zurück.

2) wie բորոտ *aussäzig* (woraus sich բոր *aussaz* erst weiter verkürzt hat) auf ein Semitisches בָּרוּט arab. أَبْرَصُ zurückgeht, obgleich das Syrische und ursprünglich auch das Hebräische dafür ܓܰܪܒܳܐ gebraucht nur dass das Hebräische wie in seiner Priestersprache dafür das feinere wort צָרוּעַ erneuert (der ächtArmenische ausdruck ist vielmehr գոդլի vgl. कुष्ठ); ժամանակ *zeit* ist زمن oder زمان ܙܒܢܐ (vgl. *Gött. Gel. Anz.* 1859 s. 897); առիւծ *löwe* aus אַרְיֵה; auch das Europäisch-Griechische *löwe* ist zwar gewiss erst aus לָבִיא oder vielmehr ursprünglich לֶבָא (denn jenes ist weibliche bildung nach *SL.* §. 173 f.), aber geschichtlich ist denkwürdig dass dieses Semitische wort sich nur westlich nicht östlich und auch nicht zu den Armeniern hin verbreitet hat.

3) gemeint ist hier nämlich das nach art eines Artikels sich anhängende ...ն, welches ursprünglich aus նա verkürzt *er* (*ihm*) bedeutet, aber als dieses an-

zug desselben sprachgeistes welcher das Aramäische belebt. Und dieses zusammentreffen ist umso weniger zufällig da das Armenische auch sonst noch gerade in dem Fürworte eine äußerst denkwürdige übereinstimmung mit einer ganz eigenthümlich Semitischen erscheinung aufweist und sich dadurch von den andern Mittelländischen sprachen so weit entfernt [1]).

Von der andern seite hat das Armenische so ungemein viel von der ursprünglichen und ächten Mittelländischen wortbildung eingebüßt dass es in demselben fortschritte einer vollkommneren Mittelländischen sprache immer unähnlicher, aber auch (was hier das merkwürdigste) den sprachen Nordischen stammes ähnlicher geworden ist. Von einer unterscheidung des geschlechtes beim nennworte hat es garkeinen begriff mehr, sodass nur die frage bei ihm aufgeworfen werden kann ob es noch wenigstens einige wie taube überbleibsel ehemaliger unterscheidung der drei im Mittelländischen nach s. 43 f. so einzig hoch ausgebildeten geschlechter aufzeige [2]); nicht einmahl im Fürworte hat es (wie doch das Englische) noch einen begriff davon und ein gefühl dafür. Und so steht es in diesem ganzen gebiete nur auf der stufe des Nordischen, wiewohl dieses für die unterscheidung des Todten ein viel regeres gefühl hat. Die bildung der mehrheit gebraucht es nur wo der sinn sie im saze durchaus erfordert; worin es freilich dem Neupersischen und so ziemlich auch dem Deutschen gleicht. Aber da es eine Nominativbildung schon eingebüßt hat und auch die ursprünglichen Casusunterschiede nur dá anwendet wo sie zur deutlichkeit der rede im saze unentbehrlich sind, so hat es auch von der freiheit der wortstellung, dieser besondern zierde des Mittel-

---

hängsel nur noch wie der sonst im Mittelländischen bekannte Artikel gilt. Dass mit ihm je nach dem lebendigen sinne der rede auch noch das ... դ *du* (*dir*) und ... ս *ich* (*mir*) wechseln kann, weist nur auf die noch sehr neue entstehung dieser wortbildung hin, und hat in den Arabischen bildungen ذلك etwas ähnliches.

1) indem nämlich das դու *du* seinen starken anlaut für alle die *casus obliqui* in ք... übergehen läßt, was völlig dem Semitischen wechsel entspricht; s. *Hebr. SL.* §. 105 *e.* 247 *e.*

2) diese frage ist zwar nach vielen seiten hin zu verneinen, doch würde das einzelne uns hier zu weit führen.

ländischen, schon sehr viel verloren und ist im ganzen sazbaue dem Nordischen ähnlich ausgestaltet. Es reihet also fast immer wie dieses die beschreibenden wörter nur der sinnfolge gemäss vor ihr sachwort: aber da es dennoch keineswegs so wie das Neupersische alle die ächt Mittelländischen Casusbildungen völlig verloren hat, so hat sich in ihm folgerichtig die alte Mittelländische unterreihung eines ganzen zeitsazes (wovon oben s. 54 f.) só erhalten dass das Mittelwort als die aussage enthaltend ohne Casus vor dem noch in den zeitCasus gesezten sachworte erscheint und beides im sazbaue zur bildung eines solchen begriffes genügt [1]. Dies sind einige der wichtigsten folgen dieser stellung des Armenischen auf den vielen sprossen der sprachleiter des Mittelländischen, welches eben weil es von vorne an so hoch ausgebildet ist auch soviele mittelstufen und nebenbildungen mitten im aufrechtbleiben seines so hohen und festen baues zuläßt.

Fragen wir nun woher dieser ganz andre einfluss komme welcher das Armenische bei all seinem noch unverrückten Mittelländischen grunde dem Nordischen sprachstamme so ähnlich gemacht hat, so dürfen wir hier noch weniger als dort auf der Semitischen seite dieser Mittelländischen sprache eine bloße sprachmischung im gewöhnlichen sinne des wortes sehen. Nördlich von den Armeniern wohnten zwar immer völker Nordischen stammes, wie noch jezt einzelne davon im Kaukasus siedeln; und völker Nordischer sprache herrschten sicher schon früh nicht selten über die Armenier. Allein ein so mächtiger geistiger einfluss wie von den Semiten ging von diesen völkern nicht aus: dies bezeugt auch die Armenische sprache mit ihrem wortschaze selbst, wie wir sie geschichtlich vor uns sehen. Aber auch ein unmerklicher geistiger einfluss kann in zeiten gewaltiger erschütterung und folgender neubildung von einer benachbarten sprache auf die andre ausgehen: das mochte hier in einer zeit zutreffen die wir allerdings da wir das Armenische aus den

---

1) ein saztheil wie կամեցեալ Հայկայ wo bloss das schließende sachwort in dem ächten alten Genitive beibehalten ist, kann also bedeuten *als Hâik wollte* und entspricht troz aller veränderung noch immer dem *θελήσαντος Χαικοῦ* völlig genug. Dies ist eine haupteigenthümlichkeit und noch ein alter reichthum des Armenischen, worin es sich namentlich vom Neupersischen sehr unterscheidet.

zeiten vor Christus nicht kennen, näher zu berechnen und zu bestimmen nicht vermögen. Das Uebrige ergibt sich hier gerade beim Armenischen aus dem uranfänglichen wechselverhältnisse zwischen dem Mittelländischen und Nordischen, wie es oben dargelegt ist: nach ihm wird eine Mittelländische sprache, wenn sie von ihrem eigensten schmucke und ihren besondern mächten viel einbüßt, immer leicht wieder in viele der wege und der mächte des Nordischen zurückfallen, wie wir ähnliches im Neupersischen und, obgleich in viel geringerem verhältnisse, auch im Deutschen beobachten können.

Das Armenische reicht uns so ein sehr klares bild wie doch sogar eine der jezigen sprachen ohne ihren stammgrund im wesentlichen zu verrücken mehr oder weniger machtvollen einwirkungen benachbarter sprachen ganz verschiedener sprachstämme ausgesezt seyn kann. Nur innerhalb dieser bestimmten irdischen grenzen, so von den sprachen zweier fremder sprachstämme eingeschlossen und wie eingeengt, konnte diese besondre Mittelländische sprache sich in zeiten die wir nach unsern heutigen geschichtlichen mitteln nicht genau genug bestimmen können, só sich ausbilden und diese wenigstens nach manchen seiten hin neue grundlage empfangen auf welcher sie seitdem fest stehen blieb, obgleich sich neben ihr in den lezten jahrhunderten allerdings auch schon wieder eine Neuarmenische sprache gebildet hat. Bei einer andern Mittelländischen sprache aber welche dem Armenischen von jeher wie örtlich so auch in vielen ihrer eigenthümlichkeiten sehr nahe gestanden haben muss, dem Neupersischen, können wir indess eine ganz ähnliche zwar nur sehr theilweise aber in ihrer art sehr starke mischung und neubildung sogar nach großen geschichtlichen zeugnissen sehr sicher nachweisen. Das Neupersische hat alle die alten Mittelländischen Casus verloren: mit ihnen auch den Genitiv, dessen hohe wichtigkeit und einzigkeit gerade im Mittelländischen oben s. 53 f. gezeigt wurde. Da hat es wie vermittelst der so nahen begrenzung und berührung mit dem Semitischen die *wortkette* angenommen und gebraucht sie im ganzen ebenso wie das Semitische [1]), vor allem um dadurch den verlust des Genitivs zu ersezen; auch bildet es sie ganz ebenso wie nach s. 58 f. von vorne das Semitische, vermöge eines dem die beschränkung

---

1) die Arabisch sogenannte *Ißáfet*, deren gebrauch im einzelnen bekannt genug ist.

suchenden ersten worte sich anhängenden bezüglichen wörtchens. Allein nur im Semitischen ist die wortkette nach s. 58 ganz wie an ihrer ursprünglichsten stelle im zusammenhange mit der gesammten sprachbildung: im Neupersischen steht sie wie vereinzelt, so nothwendig sie ihm jezt als eine besondre sprachmacht wodurch es seine zwecke erreicht geworden ist. Aber wir wissen auch dass sie weder im Zend noch im Altpersischen dawar, obgleich sie von der andern seite schon in den lezten jahrhunderten vor Muhammed eingedrungen war und sich so gewiss zur zeit der großen zerrüttung aller älteren Persischen dinge nach dem einbruche Alexanders erst ausgebildet hatte.

Können wir nun sogar an einzelnen älteren sprachen der großen sprachstämme deutlich erkennen wie sie theils durch gewaltsame erschütterung von außen theils durch ihre angrenzung an fremde und engere berührung mit diesen erst ihre lezte feste ausgestaltung empfinden und wie so bei aller festigkeit der besondern d. i. der volksthümlichen menschlichen sprache doch auch große wandelbarkeit, und bei aller scharfen trennung welche die einzelnen durch höhere oder niedrigere gränzpfähle scheidet dennoch auch stets ein hinüberfluthen der geistigen mächte der einen in die andre und ein leichterer oder schärferer übergang von der einen in die andre möglich ist, so haben wir auch dadurch noch eine nähere vorbereitung gewonnen um zulezt

5. die ergebnisse

aller dieser einzelnen erkenntnisse und gewißheiten in bezug auf die allgemeine große frage zu ziehen welche richtig zn beantworten uns hier von vorne an als ein wichtiger zweck aller dieser untersuchungen vorschwebte. Dass unter den vier hier zusammengefaßten großen sprachstämmen troz ihrer tiefen gegenseitigen unterschiede ein vielfacher übergang vom einen zum andern und eine mannichfache ähnlichkeit unläugbar dasei, ist im verlaufe dieser zwei Abhandlungen schon im einzelnen gezeigt: es kommt uns jezt dárauf án die frage nach ihrem zusammenhange schärfer ins auge zu fassen und eine nähere einsicht über sie zu gründen.

Handelt es sich nun in strenger wissenschaft auchnur von dem gedanken einen lezten zusammenhang solcher sprachstämme richtig zu finden und den gefundenen nachzuweisen, so muss man begreifen dass es hier zunächst dár-

auf ankomme die doppelte möglichkeit wohl zu verstehen auf welcher allein, wenn sie sich bewährt, ein solcher beweis für einen wirklichen lezten zusammenhang sich sicher erheben kann. Die innere möglichkeit eine ursprüngliche gleichheit zweier oder meherer sprachstämme und ihre trennung aus éiner gemeinsamen lezten quelle zu beweisen ist gegeben wenn man nachweisen kann dass jeder von ihnen ebensowohl wie etwa der scheinbar beste andre fähig ist alle gedanken menschlicher sprache ebenso vollständig als klar auszudrücken. Denn zu dieser fähigkeit gehören alle díe kräfte des menschlichen geistes welche ich hier die urmächte menschlicher sprache nennen möchte im gegensaze zu dén sprachmächten von welchen sonst in diesen Abhandlungen immer die rede ist und die bloss geschichtliche mächte sind weil sie erst mit der geschichte der ausbildung der sprachen selbst entstehen und so nach den sprachstämmen und einzelnen sprachen wechseln können. Die urmächte aber sind díe welche die möglichkeit menschlicher sprache selbst wie sie ist von vorne an bedingten und ohne welche auch die besondern geschichtlichen sprachmächte nicht entstehen und sich erhalten konnten: und wären diese urmächte bei den menschen und völkern von vorne an verschiedenen maßes gewesen, so hätten grundverschiedene sprachen und sprachstämme entstehen können von denen etwa der eine in der fähigkeit des ausdruckes der gedanken weit hinter dem andern zurückbliebe. Von einer solchen grundverschiedenheit finden wir aber weder in diesen vier großen sprachstämmen noch sonst irgendwo eine spur; und mag es jezt ein paar sprachen geben welche in einem nicht sprichwörtlichen sinne nicht bis fünfe zählen können, so sind das die sprachen kleiner völker die erst geschichtlich so tief gesunken sind und deren sprachstamm selbst wie er in den urzeiten sich festsezte daran keine schuld trägt. Wenigstens díe vier großen sprachstämme die wir hier zusammenfassen, zeigen (um uns hier auf sie zu beschränken) in diesen urmächten aller menschlichen sprache nicht die geringste verschiedenheit. Mag ein sprachstamm der im hohen norden sich ausbildete nicht die sanfte milde und zartheit der im süden ausgebildeten sich angeeignet haben; mag der eine einige mittel mehr haben dem ausdrucke der gedanken mehr gefügigkeit und leichte klarheit zu leihen als der andre, oder mag er die fähigkeiten und die triebe welche in aller menschlichen sprache jenen urmäch-

ten zufolge liegen etwas vollkommner ausprägen, wie wir dieses oben im einzelnen zeigten: das alles sind der eben bezeichneten einzigen großen hauptsache gegenüber doch nur leichte verschiedenheiten auf demselben grunde, und bloss geschichtliche und örtliche mannichfaltigkeiten die erst in der ewigen tieferen gleichheit selbst entstehen können. Auch gleichen sich solche vorzüge oder mängel unter den verschiedenen sprachstämmen fast aus; und auch dér sprachstamm welcher verhältnißmäßig die meisten vorzüge in sich vereinigt, enthält sie keineswegs alle zugleich, wie oben gezeigt ist.

Wäre es freilich denkbar oder beweisbar dass das menschengeschlecht mit völlig gleichen geistigen anlagen und urmächten an zwei oder noch mehr ganz verschiedenen orten der erde geschaffen worden, so würde dieser innere beweis für die ursprüngliche gleichheit aller menschlichen sprache nicht hinreichen. Oder wäre es möglich dass die sprache überhaupt erst entstand nachdem die menschheit sich geschichtlich weit von einander getrennt und an ganz verschiedenen orten der erde verschiedene völker sich festgesezt hätten, so würde wiederum dieser innere beweis nicht genügen. Allein lezteres zu denken widerstreitet aller geschichte, da die sprache das erste seyn mußte was sich von geistigen fähigkeiten in der menschheit ausbildete; und ersteres ernstlich als eine möglichkeit sezen hieße ebensoviel als einen schöpfer des menschengeschlechts sezen der zu schwach war die schöpfung des menschen mit éinem mahle zu vollenden. Indische und andre Mythologien haben freilich solche vorstellungen: ernstere denker werden sich mit ihnen nicht begnügen. Und so wird der innere beweis zwar seine kraft behalten: allein bei der ungeheuern schwierigkeit dás was hier innerlich möglich ist auch äußerlich oder geschichtlich als wirklich zu beweisen, befugt er uns inderthat nur den beweis für dieses zweite oder die geschichtliche möglichkeit desto zuversichtlicher zu versuchen und auszuführen.

Dieser geschichtliche beweis aber muß selbst zweierlei wohl zu unterscheidendes umfassen. Beruhet nämlich der wirkliche bau der verschiedenen sprachen auch abgesehen von jenen urmächten immer auf gewissen geschichtlichen mächten und nothwendigkeiten, die nach den einzelnen sprachen aber ursprünglich noch weit mehr nach den einzelnen sprachstämmen sehr verschieden seyn können aber dennoch auch sich selbst mehr oder weniger um-

gestaltend von dem einen zum andern sich hinüberziehen, und läßt sich eine geschichte gleichsam dieser geschichtlichen mächte selbst entwerfen welche auch mit allen den übrigen in sie hineinspielenden geschichtlichen und örtlichen erscheinungen und bedingungen in vollkommner übereinstimmung steht: so wird damit ein beweis für den zeitlichen zusammenhang der sprachstämme ermöglicht welcher nach dieser seite vollkommen genügt und den wir nicht besser wünschen können.

Nun aber ist ein solcher beweis nach allem Obigen in bezug auf die vier sprachstämme jezt sicher genug zu führen. Wir gehen dabei von folgenden voraussezungen aus, welche in vielen der oben erläuterten erscheinungen inderthat schon mitenthalten sind:

1. Die sprachstämme unterscheiden sich am stärksten und durchgreifendsten durch den wort- und den sazbau, welche beide immer in einem gegenseitigen verhältnisse zu einander stehen. Aber weder der wortbau noch der sazbau bildet sich in irgendeinem sprachstamme rein willkürlich und wie zufällig.

2. Es gibt geschichtlich einen einfachen geraden und wie rein ursprünglichen wort- und sazbau: aber es gibt geschichtlich auch mannichfache arten wie gebrochener und aus ihrer ursprünglichen lage verschobener dann neu wiederhergestellter wort- und sazbaue. Mit den lezteren hangen die wort- und sazkettenbildungen zusammen, welche nirgends etwas rein ursprüngliches sind. Jedes gesez aber welches sich hier geschichtlich bildet, wird für seinen sprachstamm eine macht der er folgen muss.

3. Wie es einen einfachen geraden und wie von den urmächten menschlicher sprache selbst gegebenen wort- und sazbau gibt, so konnte sich dieser bis zu seinem durch jene urmächte gesezten höchsten ziele auch geschichtlich irgendwo an einem festen orte der erde und unter einem volke immer näher vollenden welches ruhiger in seiner eignen mitte den urtrieb aller menschlichen sprachbildung selbst auf geradem wege sein höchstes ziel erreichen liess. Unterbrechung und neuer ansaz der geraden entwickelung beruhet ebenso wie ein stillstand und rückgang welcher vor der erreichung des höheren zieles eintrat auf geschichtlichen wandelungen und wanderungen oder gar umwälzungen in der ältesten menschheit. — Wobei wir außerdem noch vor-

aussezen dass es eine zeit gab wo eine der ersten und wichtigsten bestrebungen und bedürfnisse der ganzen menschheit díe war nur erst eine klare und vollkommne sprache als nothwendigsten grund aller weiteren aufgaben menschlicher gemeinschaft und menschlicher arbeit zu gewinnen, eine zeit die sich noch nach den ersten gewaltigsten trennungen und wandelungen der menschheit unter jedem besondern großen stamme fortsezen konnte und deren nachtriebe sich bei einzelnen völkern noch länger als bei andern erhielten, die aber bei jedem volke desto früher und desto völliger zu einem immer stärkeren stillstande kam je früher und je stärker es seinen geist auf dem einmahl gewonnenen festen grunde seiner sprache zu ganz anderen sei es sinnlich schwierigeren oder sei es geistig höheren bestrebungen hinwandte. Was wohl wichtig genug wäre weiter ausgeführt und näher begründet zu werden, hier aber uns zu weit abführen würde.

Dies alles demnach vorausgesezt, ergibt sich uns aus allen zuvor erläuterten einzelnheiten folgendes zusammenhangendere geschichtliche bild.

Auf dém orte der erde im höheren Asien wo das auch insoferne treffend so nennbare Mittelländische unter seinem urvolke sich ausbildete, hat menschliche sprache zuerst in glücklicher ruhe alle díe stufen durchlaufen welche sie in ihrer ursprünglichsten und geradesten entwickelung leicht durchlaufen konnte. Aber schon ehe das hier sogenannte Mittelländische auch die lezte vollendung erreichte die es im geradesten fortschritte menschlicher sprachbildung erreichen konnte, trennte sich von ihm dér sprachstamm welcher alsdann als der Nordische bei dér ausbildung seines wort- und sazbaues die er schon bei seiner trennung besass im wesentlichen stehen blieb: er riss sich nicht gewaltsam los, sondern entsprang wohl bloss der ersten weiten wanderung und ausbreitung und der dadurch bewirkten trennung des urstammes der menschheit; aber schon die trennung selbst und sein zurückweichen in diese fernen nordischen länder wurde ihm zum stillstande und theilweisen rückgange, sodass er dem Mittelländischen zulezt doch ziemlich unähnlich wurde. Es gibt daher keine zwei andre sprachstämme die äußerlich so weit von einander geschieden dennoch so völlig gleiche grundlagen hätten, und wo die am tiefsten gehende und am festesten begründete gleichheit äußerlich wie durch eine ganz verschiedene decke so unscheinbar geworden wäre wie diese

zwei. — Ebenfalls zwar noch ehe das Mittelländische sich in seiner ruhigsten und geradesten entwickelung vollendete, schied sich von ihm in der entgegengesezten richtung nach süden ein stamm welchen wir jezt garnicht mehr mit einem bestimmteren namen bezeichnen können weil er sich dann später selbst wieder in die zwei großen stämme den Semitischen und den Koptischen zertheilte. Aber er kann sich von vorne an nur unter gewaltigeren bewegungen und umwälzungen losgerissen haben; und in die weiten schönen länder südwestlich sich ergießend muss er früh wie aus einer zerrüttung und verrückung der ersten grundlagen sich wieder zu sammeln versucht, und so wie von der entgegengesezten seite aus einen neuen ansaz und anfang genommen haben welcher dennoch die ältesten und festesten grundlagen nicht völlig ändern konnte. Man kann diesen stamm als dén bezeichnen in welchem der hinterbau des wortes sich allmählig überwältigend und wie absichtlich in den vorderbau umkehrt, ohne dass die spuren jenes sich völlig verlieren können: was aus dieser scheinbar unbedeutenden umwälzung wichtiges und tiefeingreifendes weiter folge, ist oben erläutert. Aber ausgebreitet über diese weiten südwestlichen strecken der erde, muss das urvolk dieses stammes früh weiter in zwei größere hälften zerfallen seyn, von denen die nördlichere sich doch verhältnißmäßig noch treuer zu dem Mittelländischen hielt, während die nach Afrika übergegangene sich in dieser neuen welt ihrem eignen neuen wesen gemäss immer einseitiger und abweichender ausbildete. Und indem nun die nördlichere hälfte dieses urstammes sich noch einmahl durch eine tiefere umbildung schöpferisch erneuete und sich vorzüglich von ihrer südlichen schwester schroff genug trennte, entstanden erst der Semitische und der Koptische sprachstamm in ihrer scharfen trennung und begrenzung. Das ist geschichtlich betrachtet die verschiedenheit und das zugleich der lezte zusammenhang dieser vier großen sprachstämme: und wir stehen auch anderweitigen alten vorurtheilen gegenüber nicht án den Semitischen für dén zu halten als welchen er sich in diesem großen zusammenhange selbst gibt, für den zweitjüngsten unter allen vieren. Aber bedenkt man dass dieser zweitjüngste der viere, will man nach sprachlichen und geschichtlichen merkmalen sein alter schäzen, nicht wohl später als vier bis fünf jahrtausende vor Christus entstanden seyn kann, so mag man darnach das alter aller menschlichen sprache

vielleicht etwas näher erkennen können; denn leicht ist nun weiter zu schäzen wieviele jahrtausende menschliche sprache schon daseyn mußte ehe das Semitische entstehen konnte.

Wir können nun aber für denselben zusammenhang noch auf einem andern wege einen neuen beweis führen welcher uns wieder zu demselben ergebnisse hinführt. Gehen wir hier zunächst vom Semitischen aus: so gewiss es ein großer sprachstamm mit den schärfsten eigenthümlichkeiten und der spizesten ja nach einer einzelnen richtung hin feinsten ausbildung fürsich ist, so steht es doch ebenso gewiss einzelnen theilen und gliedern nach auf der nördlichen seite mit dem Mittelländischen auf der südwestlichen mit dem Koptischen in einem zusammenhange der nicht rein zufällig seyn kann. Fragen wir aber woher diese gegenseitigen ähnlichkeiten und gleichheiten kommen, so können wir unmöglich annehmen sie entstammten einer bloßen uralten mischung der beiden großen gegensäze, des Mittelländischen und des Koptischen: aus einer solchen wüsten mischung hätte sich nie das wahrhaft schöpferische herausbilden können was wir im Semitischen wahrnehmen; und wenn wir oben bei dem beispiele des Armenischen sahen dass schon eine einzelne sprache bei allen einflüssen von außen welche sie duldet doch ihren stamm nicht zu verläugnen vermag, so erhellet leicht wie wenig ein so großer fester eigenthümlicher sprachstamm wie der Semitische aus bloßer mischung zweier andern entstanden seyn kann. Wollen wir also auchnur über das urverhältniss dieses einzelnen stammes klar werden, so müssen wir irgendwie einen höhern oder, zeitlich dasselbe ausgedrückt, einen vorgeschichtlichen lezten zusammenhang dieser drei zugleich annehmen: der Mittelländische steht aber seinerseits wiederum mit dem Nordischen in jenem sehr verschiedenartigen und doch ebenso unverkennbaren zusammenhange welcher oben näher bezeichnet und erklärt wurde. Und so gelangen wir auch auf diesem wege zu demselben ergebnisse. Oder wollten wir nun auch annehmen menschliche sprache und menschheit selbst habe zuerst etwa in Afrika und ganz unabhängig davon im nördlicheren Asien ihren ursprung gehabt: so ist ein solcher gedanke schon durch die beiden eben gegebenen beweise ausgeschlossen.

Das Mittelländische aber seinerseits besizt demnach allerdings die besondern sprachlichen vorzüge, welche wir Späteren die wir auch von die-

sem gute unserer urzeit noch zehren weder undankbar verkennen noch uns ihrer eitel rühmen sollen: denn wie eitel dieser ruhm seyn würde, ist auch aus vielem oben beiläufig bemerkten zu schließen. Können ja müssen wir annehmen dass jedem dieser vier sprachstämme ursprünglich ein in sich geschlossenes besondres volk entsprach in welchem er sich só bestimmt ausbildete und só fast unwandelbar sich festsezte und aus welchem dann erst neue völker und die uns bekannten sprachen sich theilten: so muss jenes urvolk unserer entferntesten vorväter am längsten in wohlgeschüzter glücklicher ruhe sich ausgebildet haben bis, nachdem andre völker und sprachstämme sich längst von ihm abgezweigt und ihre besondre entwickelung weiter versucht hatten, menschliche sprache sich in ihm bis zu der höchsten stufe hinauf ausgestaltete und alles erreichte und zusammenfaßte was sie in einem einzelnen zeitlichen gebilde leicht erreichen und zusammenfassen konnte. Es mag so auch unter allen den vier sprachstämmen am spätesten nicht seinen ursprung sondern nur seine lezte feste ausgestaltung empfangen haben [1]: sowie seine völker offenbar auch am spätesten sich zertheilten und weit ausbreiteten. Im kleineren aber konnte was sich so im großen bei den vier

---

1) nehmen wir zum beweise die bildung der verwandtschaftswörter *pater mater*. Erst die gemeinsame endung hat sie zu wahrhaft Mittelländischen nennwörtern dieses sinnes der hausverwandtschaft umgeschaffen: ihre wurzeln *apá* (aba) *amá* kehren im Semitischen und theilweise im Koptischen wieder. Frägt man nun aber wodurch denn bei diesen so ähnlich lautenden wörtern der unterschied des geschlechts bezeichnet worden, so kann man nur sagen er liege in dem wechsel des härteren *p* mit dem weicheren *m*: denn der ganz entsprechende wechsel zwischen *t* und *n* zeigt sich im Türkischen *atá* (vater) und *aná* (mutter), wie im Mandschu wenigstens noch zwischen den Vocalen in *ama* (vater) und *eme* (mutter). Nun aber ist das Nordische *t* in diesem worte selbst nur ein entfernterer lautwechsel mit *p* (*m*), und hat spuren im Mittelländischen ja kehrt im Koptischen ιωτ völlig wieder; und von der andern seite ist diese einfachste art zwei ähnliche begriffe zu unterscheiden dem Nordischen auch sonst ganz eigenthümlich. Und so haben wir sogar in diesen zwei wörtern einen beweis sowohl für den ursprünglichen zusammenhang dieser vier sprachstämme als dáfür dass die lezte ausbildung des Mittelländischen die späteste ist. Uebrigens gebraucht auch Firdôsi مام وباب *mám* u*báb* für *mutter und vater*.

sprachstämmen vollzog wohl auch bei einem einzelnen sich wiederholen: was, wenn es sich bewährt, zugleich noch ein neuer beweis für die richtigkeit dieser ganzen geschichtlichen vorstellung seyn mag. Innerhalb des Semitischen schritt die ihm eigenthümlichste sprachbildung auf ihrem einmahl gebahnten gleise in dem Aethiopisch-Arabischen zweige noch viel weiter fort, nachdem seine andern großen zweige sich längst getrennt hatten und der lebendigste sprachtrieb in ihnen zu einem größeren stillstande ja rückschritte gebracht war; und auch vom Aethiopischen zweige den wir jezt so nennen riss sich noch einmahl der jezt gewöhnlich sogenannte Arabische los, um die im Semitischen durch seine einmahl thätigen mächte mögliche höchste vollendung menschlicher sprache zu erreichen. Und innerhalb des Mittelländischen selbst ist es sichtbar das Sanskrit welches die in diesem sprachstamme liegenden kräfte und triebe auf dem geradesten wege am weitesten fortschreiten liess, in der wortzusammensezung sogar bis zu einem übermaße welches sich schon wieder einem rückfalle zuneigt: aber dér bruchtheil des Mittelländischen volkes in welchem sich dies vollzog, blieb auch sicher am längsten auf seinen ursprünglichen sizen siedeln, und bewegte sich am langsamsten in ganz verschiedene gebiete. Doch wie das Mittelländische bei allen seinen vorzügen in manchen einzelnheiten hinter andern sprachstämmen zurückgeblieben ist, ebenso ist weder das Arabische noch das Sanskrit in allen einzelnheiten den schwestersprachen voraus.

Dies alles ergibt sich uns aus der reinen betrachtung und erkenntniss der einzelnen sprachen und ihrer stämme; und wir würden so urtheilen wenn wir auch garnicht wüßten in welchen gegenden der erde sie geredet wurden und welche völker es seien die in ihnen die offene thür ihrer seele fanden oder noch finden. Allerdings aber erreicht diese gesammte vorstellung über den lezten zusammenhang der hier zusammengefaßten vier großen sprachstämme keine geringe weitere bestätigung dádurch dass sie auch zu der uns sonst bekannten irdischen örtlichkeit und zu der großen völkergeschichte sowie zu allen andern äußern verhältnissen passt. Wie gut sie nun zu allen den örtlichkeiten stimme auf welchen diese vier sprachstämme im Alterthume sich bewegten, ist leicht zu sehen; und schon das éine ist hier so lehrreich dass díe beiden sprachstämme welche sich örtlich am fernsten

liegen, der Nordische und der Koptische, auch ihrem wesen und baue nach am weitesten von einander abstehen, während die mittelstellung des Semitischen und der nähere anschluss des Mittelländischen an das Nordische vielfach hervorgehoben wurde. Dass aber auch die ältesten sagen und erinnerungen der völker dieser vorstellung aufs vollkommenste zustimmen, könnte hier leicht weiter gezeigt werden wenn es die grenzen der gegenwärtigen abhandlung gestatteten.

Denn wir wollten hier zulezt noch von der zweiten hälfte desjenigen äußern oder geschichtlichen beweises für diesen zusammenhang reden welcher aus den sprachen selbst zu entlehnen ist. Die sprachen beruhen nicht bloss auf jenen oben erwähnten gleichmäßig über allen stehenden urmächten und jenen so mannichfaltig sich gestaltenden geschichtlichen mächten welche ihren bau bedingen: sie haben auch in den lauten einen sinnlichen stoff mit seinen urtheilchen aus welchen dieser bau sich erst erheben kann; und so gewiss dieser bloße stoff welchen der schaffende geist mit jenen zweierlei arten von mächten ergreift um seine zwecke mit ihm zu erreichen, in den sprachen desselben stammes sich als ein ursprünglich gleicher erweist, sind wir bei wirklich zusammenhangenden sprachstämmen eine wennauch weiter zurückliegende gleichheit auch ihrer stoffe zu erwarten angewiesen. Der stoff besteht aber näher gedacht aus den wurzeln der wörter, von welchen oben an verschiedenen stellen die rede war: und erst wenn auch eine ursprüngliche gleichheit der wurzeln nachgewiesen würde, wäre auf diesem gebiete der in den sprachen selbst liegende äußere oder geschichtliche beweis nach allen seiten hin vollendet. Allein eben weil dieser stoff bloss der sinnliche grund ist, leidet er auch ammeisten von der zeitlichen und örtlichen wandelbarkeit, und kann solchen äußern einflüssen bei weitem nicht só fest und zähe widerstehen wie der bau einer einzelnen sprache oder gar eines sprachstammes. Nichts ist flüssiger und ändert sich von sprache zu sprache wievielmehr von sprachstamm zu sprachstamm mehr als der einzelne laut, sei er selbstlaut oder bloßer mitlaut. Zwar erfolgt auch dieser wechsel keineswegs ohne seine geseze, die man aufsuchen und richtig schäzen kann; und dazu steht ja der einzelne laut immer in einem größern lautganzen welches sich eben als Ganzes schwerer so völlig ändert. Allein dennoch ist der wechsel der laute dessel-

ben wortes schon innerhalb der sprachen desselben stammes nicht selten sehr stark: wer würde z. b. meinen ein Persisches wort lautend wie گل *gul* sei ursprünglich dasselbe mit unserm *rose*? und doch ist es so, wie sowohl die geseze der lautübergänge als die alte geschichte der verbreitung der rose beweisen[1]. Um wieviel stärker und durchgängiger kann also dieser bloße lautwechsel seyn wenn eine sprache die wir immerhin in ermangelung eines andern namens als die ursprache der menschheit bezeichnen mögen, viele jahrtausende ja wohl zehnjahrtausende hindurch in die verschiedensten und entferntesten sprachstämme und einzelne sprachen immer weiter zerfiel und sich bis in das scheinbar unendlichste zerspaltete und vermannichfachte? Nur wenn man bis in das geheimniss aller sprachbildung zurückgehend die laute eben wieder als urlaute nach ihrer urkraft betrachtet und deutlich erkennt wie die wurzeln aller wesentlichsten bestandtheile menschlicher sprache sich bilden, und wenn man dann zugleich diesen sprachstoff durch alle die einzelnen sprachstämme sicher verfolgt, wird man hier endlich auf einen breiten festen grund kommen. Indessen lässt sich schon jezt ein anfang dazu schaffen: und dass die vier sprachstämme welche wir hier zusammenfaßten auch hinsichtlich der stoffe aus welchen sie sich aufbauen nicht ohne einen gemeinsamen grund sind, ist sogar innerhalb der engen grenzen dieser beiden Abhandlungen oben an einzelnen fällen beiläufig gezeigt[2].

Das nächste wäre nun dass wir von dem schon so breiten gebiete dieser vier sprachstämme aus die untersuchung weiter nach südost und südwest ausdehnten: wir werden dieses vielleicht künftig in einer dritten Abhandlung auszuführen im stande seyn.

---

1) so gewiss als Pers. دل *dil* troz aller so starken abweichung der laute dennoch unstreitig unserm *herz* हृद् entspricht, gehen auchdie laute von گل *gul* auf ein ursprüngliches *vardh* d. i. *roth* zurück, welches sich auch im Arabischen وَرْد ebenso wie im Armenischen վարդ ganz in seinen urlauten erhalten hat und woraus ebensowohl *ῥόδον* als *rosa* nach bekannten lautgesezen sich ausgebildet hat; sowie von der andern seite mit ihm unser *roth* und रुधिर in der bedeutung *blut* verwandt ist; über den ursprung und weiteren zusammenhang dieses Sanskritwortes s. auch die *Abh. über die ... Sibyllischen Bücher* (Bd. VIII dieser Abhh.) s. 105. Ich habe schon weit früher anderswo darauf hingewiesen welche geschichte der *Rose* sich nach diesen und anderen sicheren spuren entwerfen lasse. Sie entstammt allen diesen spuren nach dém erdstriche von welchem aus soviele der edelsten gewächse sich weiter verbreitet haben, Armenien, und kam sogar erst in den lezten jahrh. vor Chr. in die alten Hebräischen und Arabischen länder; bei Indern und Ägyptern vertrat früher ihre stelle der Lotos, bei den Hebräern die Lilie. Ebenso sicher ist dass sie ursprünglich nur die rothe farbe hatte. — Uebrigens erklärt sich so auch der Armenische վարդապետ (eig. *Rosenherr*) als etwa unserm *Baccalaureus* entsprechend.

2) vgl. auch das in den *Gött. Gel. Anz.* 1855 s. 302 und 1856 s. 1795—97 bemerkte.

Ueber die Mundart der Mandäer.

Von

Theodor Nöldeke.

Der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften am 1. März 1862 vorgelegt.

Schon seit längerer Zeit kannte man einen bedeutenden Theil der Schriften der *Mandäer* (מאנדאייא)[1], welche von den Muslimen „Täufer" (صابئون von צבא = ܨܒܥ) oder „Wäscher" (مغتسلة), von den Europäern meist sehr unpassend „Johanneschristen"[2]) genannt werden; und noch immer fehlt es an einer Darstellung ihrer in vieler Hinsicht so merkwürdigen Mundart. Die sprachlichen Bemerkungen von Norberg in seiner Commentatio de religione et lingua Sabaeorum (in den Commentationes Soc. Reg. Scient. Gott. per annum 1780) p. 16 ff. und Gesenius im Probeheft der Ersch- und Gruberschen Encyklopädie s. v. Zabier und in der Jenaer allgem. Litteraturzeit. 1817 Nr. 48, sowie einige zerstreute Angaben in Hoffmann's Grammatica

---

1) Nicht Mendäer schon nach der Orthographie; vgl. auch Petermann, Reisen im Orient II, 99. *Nasoräer* (נאצוראייא) heissen nach demselben (ebend.) nur die, welche in der Kenntniss des Glaubens und Kultus und in ihrem Lebenswandel vollkommen sind. Auch in den Schriften werden die Nasoräer von den Mandäern unterschieden.

2) Selbst wenn Johannes im Mandäischen System eine grössere Rolle spielte, als es wirklich der Fall ist, so würde der Name „Christen" doch immer mit grossem Unrecht auf eine Sekte angewandt werden, welche keiner Religion so feindlich gegenübersteht, wie dem Christenthum, und den משיחא bloss als Antichrist kennt

Syriaca sind nicht nur ganz unzureichend, sondern zum Theil geradezu unrichtig. Hoffmann hat die von ihm angekündigte (gram. Syr. p. 8) Bearbeitung dieses Dialekts nie erscheinen lassen. Der Grund dieses Mangels ist leicht einzusehn. Wie verdient sich auch der Schwede Norberg dadurch gemacht hat, dass er Europa zuerst genauer mit den Schriften dieser Sekte bekannt gemacht hat, so lässt sich doch nicht leugnen, dass die von ihm herausgegebenen Texte durchaus ungeeignet sind, dem, welchem nicht bessere Quellen als Korrektiv zu Gebote stehn, zur Grundlage genauer sprachlicher Untersuchung zu dienen; denn der Mangel an philologischem und linguistischem Takt hat Norberg verleitet, den Mandäischen Dialekt nach ganz willkührlichen Regeln zu verbessern und der Syrischen Schriftsprache ähnlicher zu machen. Die einzigen genaueren Texte ausser dem vortrefflichen Facsimile bei Hyde (Hist. rel. Pers. zu p. 521 ed. 1) und dem Facsimile hinter dem ersten Bande von Norberg's Codex Nasaraeus sind die von Lorsbach (in Stäudlin's Beyträgen zur Philos. und Gesch. d. Rel. V, 3 ff. und im Museum für bibl. und orient. Lit. von Arnoldi, Lorsbach und Hartmann Bd. 1, N. 1), in etwas geringerem Grade die auf de Sacyschen Abschriften beruhenden von Th. Ch. Tychsen (in Stäudlin's Beyträgen Bd. 2, 3, 5) herausgegebenen Stücke. Diese Texte sind aber nur von geringem Umfange und mein Wunsch, diese Mundart kennen zu lernen, wäre daher unerfüllt geblieben, wären nicht auf der hiesigen Universitäts-Bibliothek zwei Bändchen (cod. or. 15. 16) Abschriften, von Lorsbach nach Durchzeichnungen und andern genauen Nachbildungen Pariser und Oxforder Mandäischer Handschriften sorgsam genommen [1]) und zum Theil sogar mit Varianten versehen, deren Mangel einer der grössten Fehler der Norbergschen Ausgabe ist. Ferner verdanke ich der Liberalität der Grossherzogl. Weimarschen Bibliotheks-

1) Das erste Bändchen enthält verschiedene Stücke, welche theilweise aus dem von Norberg herausgegebnen Sidra rabba (von ihm Liber Adami genannt) genommen sind; das zweite enthält nach einer Durchzeichnung von Knös das ganze s. g. *Cholaste*, eine Sammlung liturgischer Formeln mit Gebrauchsanweisung von מהאתאם יוהאנא בר באנא מור׳דאריד, der sich selbst mehrfach nennt und an zwei Stellen von Abschreibern geradezu מארא וי האזין סידו״א (صاحب هذا الكتاب) genannt wird.

verwaltung die Benutzung einer leider nur 22 Quartblätter umfassenden sehr genauen Nachbildung des Anfangs einer Pariser Mandäischen Handschrift, von Mich. Fourmont angefertigt und von Joh. Bapt. Casp. d'Ansse de Villoison im Jahre 1775 dem Herzog Karl August geschenkt. Auch Lorsbach hat diese Weimarer Handschrift benutzt. Der immer noch geringe Umfang dieses Materials, die Unsicherheit des Textes, theils durch die Fehler der Mandäischen Schreiber, theils auch, wenn auch gewiss selten, durch die bei der Umschrift in Syrische Buchstaben schwer vermeidlichen Versehen des trefflichen Lorsbach herbeigeführt, ferner die vielen Dunkelheiten dieser oft äusserst abgeschmackten Schriften liessen natürlich keine vollständige Erkennung der sprachlichen Gestaltung zu; und ich bin weit entfernt, meine lückenhafte Darstellung für etwas Anderes, als einen *ersten Versuch* anzusehen. Allein, so lange man da, wo diese Untersuchungen eigentlich geführt werden müssen, in Paris und Oxford, sich um den reichen Stoff gar nicht bekümmert, werden diese Beiträge, hoffe ich, dem Kenner der Semitischen Sprachen willkommen sein; und auch der künftige Forscher, der mit reicherem Stoff eine vollständigere Beschreibung des Mandäischen Dialekts unternimmt, wird aus dieser Arbeit einigen Nutzen ziehen, welche zuerst zu zeigen versucht, dass diese Sprache keineswegs so regellos ist, wie man gewöhnlich annimmt [1]).

Erster Theil.

Schrift- und Lautlehre.

Schriftlehre.

Die Schrift der Mandäer ergiebt sich auf den ersten Anblick als eine

1) Hätte ich freilich eher, als kurz vor der Vollendung meiner Abhandlung, erfahren, dass Herr Professor Petermann sich von dem Oberpriester der Mandäer selbst eine genaue Kenntniss ihrer Sprache erworben hätte, so würde ich es kaum gewagt haben, eine so mühevolle Arbeit zu unternehmen. Ich würde aber in hohem Grad erfreut sein, wenn der würdige Gelehrte sich durch diesen Versuch veranlassen liesse, genauere Mittheilungen über diesen Dialekt zu machen.

den sonst bekannten Syrischen nah verwandte, und zwar betrachte ich sie als aus dem Estrangelo entstanden [1]), theils durch den gewöhnlichen Veränderungsprocess vielgebrauchter Schriften, theils auch wohl durch absichtliche Umgestaltung (zum Schutz vor dem Bekanntwerden der Bücher bei den Andersgläubigen). Aber gleich die Zahl der Buchstaben ist streitig. Früher behauptete Norberg und nach ihm J. D. Michaelis, die Mandäische Schrift bestehe aus 20 Buchstaben, später nahm man allgemein an, sie besitze alle 22 Semitische Zeichen. Beide Meinungen haben einen gewissen Grund, und doch lässt sich behaupten, dass das gebräuchliche Alphabet der Mandäer 21 Buchstaben habe. Norberg nahm nämlich die Zeichen für ע und א, weil sie ohne *etymologischen* Unterschied stehn, als gleichbedeutend, und so schrieb auch Tychsen in den von ihm veröffentlichten Stücken immer א für ע; dies geschah aber, wie wir unten sehn werden, mit Unrecht, wenn man auf die *Aussprache* achtet. Für ה und ח haben die Handschriften nur ein Zeichen; allein die Alphabete bei Thevenot [2]), Kämpfer, (Amoenitates exoticae neben p. 441), K. Niebuhr (Reise II, tab. II F. neben S. 220) haben noch einen besondern Buchstaben für ה [3]), welcher sich vielleicht als Zahlzeichen

---

1) Die meisten Buchstaben lassen sich ohne Schwierigkeit aus den entsprechenden im Estrangelo herleiten; bei einigen (כ, נ) scheint die Finalgestalt massgebend gewesen zu sein. In der Entwickelung aus dem Estrangelo hielt die Mandäische Schrift zum Theil noch mit der, freilich viel weniger veränderten, Nestorianischen Schrift. Kopps Ansicht, dass jene älter sei, als die Hebräische Quadratschrift (Bilder und Schriften der Vorzeit II, S. 340), kann ich nicht theilen. — Trotz der Aehnlichkeit der Mandäischen Sprache und Schrift mit der Syrischen bediene ich mich zur Umschrift lieber der Hebräischen, als der hässlichen gewöhnlichen Syrischen Druckschrift. Letztere wende ich nur bei Beispielen an, die ich Norberg entnehme.

2) Siehe den Anhang; dies Alphabet ist später mehrfach reproduciert z. B. in der grossen Encyclopédie (von Diderot und d'Alembert) Recueil des planches II, P. I. pl. V.

3) In der Reihenfolge vertauschen die Alphabete freilich die beiden Buchstaben, allein die Gestalt des einen, allgemein gebräuchlichen, ist durchaus die eines ח, der andere muss also ein ה sein. Mit Unrecht hält J. D. Michaelis (or. Bibl. XVIII, 53 f.) diesen Buchstaben für eine andere Form des א und Tychsen

erhalten hatte und in dem unten zu beschreibenden Facsimile bei Thevenot mehrfach an einer Stelle wiederkehrt, wo ursprünglich ein ה stand. Aber, wie gesagt, die gewöhnliche Schrift kennt dies Zeichen nicht, und die alphabetischen Lieder (bei Norberg II, 186 ff.) setzen ursprüngliches ה und ח ohne Unterschied, während sie für ע nur ein einziges Mal (beim ersten Liede) ein Wort setzen, welches zwar etymologisch mit einem ע anlautete, aber nach Mandäischer Schreibweise mit א beginnen muss. Dass wir in der Folge ה und ח trotz ihrer lautlichen und grammatischen Gleichheit nach der Etymologie trennen, ist die einzige Abweichung von den Handschriften, die wir uns zu Gunsten des leichtern Verständnisses erlauben [1]).

2 Die eigenthümlichste Besonderheit der Mandäischen Schrift ist die, dass sie die Tendenz der späteren Jüdischen Schreibart, nicht nur, wie im Syrischen, *u*, sondern auch *i* und *a* durch Vokalbuchstaben auszudrücken, völlig zu der Regel durchführt, keinen eigentlichen Vokal ungeschrieben zu lassen. Nur wenige kurze, sehr häufige Worte מן „von“, בר „Sohn“, פת „Tochter“ (selten פאת) werden ohne Vokal geschrieben; auch in רבא „magnus“ רביא „magni“ und חייא Leben ist nicht, wie man wohl denken könnte, eine kürzere Aussprache (*r'bâ*, *h'yê* oder *heyê*) anzunehmen, sondern der Vokal *a* wird in diesen sehr häufigen Wörtern nicht geschrieben, wie die Aussprache *rabba* und *hajje* bei Petermann und die wenigstens einmal vorkommende Schreibart ראביא (Var. רביא) zeigt. Ferner werden von den proklitischen Wörtchen ו (vielleicht *u* gesprochen?) immer und ב, ל gewöhnlich vokallos geschrieben; dies führt sogar mitunter den Wegfall eines ursprünglich anlautenden Vokals herbei, z. B. לדאם sonst לאדאם „dem Adam“, לניש sonst לעניש „dem Menschen“, ותראוראב „und er ward gross“ für ועתראוראב und so oft bei Reflexiven. Nicht sehr häufig sind Fälle wie בינהורא und

---

(Beyträge III, 61 ff.) gar für ein ט, dem er allerdings bei Thevenot sehr ähnlich ist.

1) Noch ist zu erwähnen, dass die Mandäer in Arabischen Eigennamen das ع durch das Arabische Zeichen ausdrücken z. B. מיعאזאז = مُعِزّ. Vgl. Tychsen in den Beyträgen III, 297.

באנהורא neben בנהורא „im Lichte“, ליקראבא „zum Kriege“, לישכינאתא (Var. לשכינאתא) „den Schechinas“, ziemlich oft באדמו „nach dem Bilde“ neben בדמו. Vereinzelt finden wir noch einige Wörter, in denen ein Vokalbuchstab fehlt z. B. משכא „findend“ (Var. מאשכא), תשביחתא „Preis“ unmittelbar neben תושביחתא; so wird auch das Pronominalsuffix הון zuweilen bloss הן geschrieben.

Die Schreibart mit voller Vokalbezeichnung hat für die lebende Sprache zwar grosse Vorzüge, aber für uns wird die Verwischung jedes Unterschiedes zwischen langen und kurzen Vokalen vielleicht kaum durch die Bezeichnung auch dieser aufgehoben. Bedenkt man nun, dass in einer Sprache, welche die Wörter so oft zusammenzieht und abschleift, starke Verkürzungen ursprünglich langer Vokale wahrscheinlich, dass daneben Dehnungen ursprünglich kurzer wenigstens nicht unmöglich sind [1], dass ferner jeder Unterschied der Bezeichnung von *e* und *i*, *o* und *u* fehlt, so wird man ermessen, wie unpassend die Ersetzung der Vokalbuchstaben durch Syrische oder Hebräische Vokalzeichen nach den Regeln der Syrischen Grammatik ist.

3 Im Einzelnen gestaltet sich die Bezeichnung der Vokale folgendermaassen:

1) *a* wird im In- und Auslaut, ob lang oder kurz, durch א wiedergegeben z. B. קאם „er stand“ (ܩܳܡ), יארדנא „der Jordan“, מאן „wer“ (ܡܰܢܽܘ), נסאב „er nahm“ (ܢܣܰܒ), יאחיא „Johannes“ (ܝܰܚܝܶܐ). Es versteht sich, dass der lange Vokal, der ebenso wie das kurze *a* geschrieben wird, nicht mit Norberg nach der gewöhnlichen Syrischen Weise *ô* auszusprechen ist. Auch Petermann spricht immer *a*.

2) *i*, *e* werden im Inlaut durch י dargestellt z. B. ריש „Kopf“ (רֵישׁ), הינון „sie“, אולין „abeuntes“, נימאר „er sagt“ (ܢܺܐܡܰܪ), רשים „bezeichnet“, ניכהאר

---

1) Wissen wir doch nicht einmal, ob die Dehnung eines betonten *i*, *u* vor einem auslautenden Konsonanten im Chaldäischen zu ē ō wirklich in der Sprache begründet, oder bloss aus dem Hebräischen eingeführt ist. Nicht einmal in den biblischen Aramäischen Stücken wird diese, dem Syrischen fremde, Dehnung ganz durchgeführt.

„er leuchtet", ניפקאת „sie ging aus"; im Auslaut dagegen durch יא: ליא „mir", ניתיא „er kommt" (ܢܐܬܐ), ניהויא „er ist" (ܢܗܘܐ), אסגיא „er ging" (אַסְגִי), קאריא „rufend", עלאויא „über" (עֲלָוֵי); so im Plural des Stat. emphat. beim Nomen z. B. רביא (ܪ̈ܒܐ), מאנדאייא „Mandäer", נוכראייא „fremde" (ܢܘܟܪ̈ܝܐ) u. s. w., ferner in den Arabischen relativen Namen, die in den ausführlichen Nachweisen der Abschreiber über die Handschriften nicht selten sind z. B. כוחאיליא = كُحَيْلِيّ [1]). Das Possessiv- und Objektsuffix der dritten Pers. Sing. Mask. hat für auslautendes יא öfter bloss א z. B. ברא „sein Sohn" (בְּרֵהּ) neben ברישיא „auf seinem Kopf" (בְּרֵישֵׁהּ); לא „ihm" (לֵהּ); שיקלא „er nahm ihn" (שַׁקְלֵהּ). Das א fällt stets ab, sobald ein anderes Wort sich fest an das erste hängt z. B. איתיליא „er brachte mich" (aus איתיא = אַיְתִי und ליא), ניהוילון „es sei ihnen", הוילאן „sei uns". — Ueber die Bezeichnung des in- und auslautenden *i, e* durch ע siehe unten.

3) *u, o* ist im In- und Auslaut stets ו: כולהון „sie alle", לבושא „Kleid", יומא „Tag", באדמו „nach dem Bilde".

4) Die Diphthongen *au* und *ai* werden stets durch או und אי ausgedrückt: באיתא „Haus", מכאסאי „bedeckt", איתאי „bringe" Fem. (ܐܝܬܝ), מראוראב „erhaben".

Besondere Beachtung verdient nun aber die Bezeichnung der Vokale im Anlaut nach einem blossen Spiritus lenis. Das א steht sowohl für einen ursprünglichen Spiritus lenis, als auch für das im Laut ganz zu jenem herabgesunkene ע. Um nun Häufung der Schreibweise zu vermeiden, hat man den sinnreichen Ausweg ergriffen, das sonst überflüssige ע rein *orthographisch* zu verwerthen. So ist nun: 4

1) א = *'a, 'â* ohne Rücksicht darauf, ob das Wort ursprünglich mit א oder ע anlautete: אדאם „Adam", אמאר „sagend" (ܐܡܪ), ארבא „vier", אלמא „Welt" (ܥܠܡܐ), אביד „thuend" (ܥܒܕ), אבדא „Knecht" (ܥܒܕܐ).

---

1) Vergl. auch solche, von Norberg durchgehends missverstandene, Formen im cod. Nasar. III, 102 ff. z. B. [illegible].

2) ע = *'i*, *'î*, *'ê*, mag das Wort ursprünglich ע, י oder א haben: עדא „novit" (ܝܺܕܰܥ) und „Hand" (ܐܝܕܐ), עתיב „er sass" (ܝܬܶܒ), עקארא „Würde" (ܝܩܳܪܐ), עת „existit" (ܐܝܬ), עסאק „ich steige" (ܐܶܣܰܩ), עת = אֶת als Anfang der Reflexiven, עמא „Mutter" (ܐܶܡܐ), עמאת „wann" (ܐܶܡܰܬܝ), עמאר „ich sage" (ܐܶܡܰܪ), עבאד „ich thue" (ܐܶܥܒܶܕ), עבדאת „sie that" (ܥܶܒܕܰܬ).

Tritt vor ein solches Wort ein ב, ל, ד, so bleibt das ע; sehr selten sind Beispiele wie ביסקאת רורביא „mit dem Siegel der Mächtigen" (עסקאת = ܥܶܙܩܬܐ).

3) *'u*, *'û* ist = ער z. B. עוראיתא „Gesetz" (ܐܘܪܝܬܐ), עובאדיא „Thaten" (ܥܒܳܕܐ).

Selten steht bloss ע für ער z. B. עתרא „Aeon" gewöhnlich עותרא.

4) *'au* und *'ai* werden durch אר und אי dargestellt z. B. איתיא „er brachte", אותיב „er setzte".

5) Anlautendes ursprüngliches ע und א mit blossem Vokalanstoss werden geschrieben, als hätten sie einen vollen Vokal z. B. אמאר „er sprach" (אֲמַר, ܐܶܡܰܪ), אלאהא „Gott" (ܐܰܠܳܗܐ אֱלָהָא), עתית „ich kam" (אֲתֵית), אראב „er ging unter" (עֲרַב ܥܪܰܒ).

Wenn also Norberg bloss nach der Etymologie ע oder א schreibt, so verwischt er viele wesentliche Unterschiede der Aussprache. Nach seiner Schreibart kann man z. B. nicht sehen, ob ein Wort mit *'a* oder *'i*, mit *'au* oder *'û* anlautet. Zu verwundern ist es, dass auch Lorsbach die rein graphische Verwendung des ע nicht ganz durchschaut hat. Wenn aber in einzelnen Wörtern die Schreibart mit ע und א schwankt z. B. אלאריא und עלאריא „über", אלאהא und seltner עלאהא „Gott", so sind das nur Beispiele des häufigen Schwankens der *Vokal*aussprache, von der wir bald reden werden.

5 Zerstreut kommt nun ע auch sonst als Vokalbuchstab für *i*, *e*, vor:

1) Im Auslaut z. B. הע „sie" (öfter), לע „mir" (einmal, sonst ליא), שאלמאנע „die Friedlichen" (sonst שאלמאניא), לישאנע „die Zungen" (sonst לישאניא).

2) Im Inlaut נעשמא wir hören (dreimal für נישמא = ܢܶܫܡܰܥ), כעלא „Maass",

כעלאי „mein Maass“ (unmittelbar daneben כילא), בעשיא „Böse“ (sonst בישיא), הינעלא und הענילא für das gewöhnliche הינילא „aber“ (הִין אֶלָּא). Etwas häufiger ist diese Verwendung des ע bei den Wurzeln ל״י, um die Wiederholung des י zu vermeiden: z. B. מצעייא „δυνάμενοι“ (*m'ṣîyê*)[1], שרעיא „wohnend“ fem. (*s''rîyâ*, zweimal in je zwei Handschriften), מיא סארעיא unmittelbar neben מיא סארייא „stinkendes Wasser“, טעיא (*ṭeyâ*) „Irrthum“, wofür sogar טיעיא vorkommt. Eine noch verschwenderischere Schreibart ist ניעירינ für das sonst gewöhnliche נירינ „Mars“, ניעיול „wir treten ein“ (niyul = ܢܥܘܠ) und das in der Schlussformel der Abschnitte zuweilen für ואכין vorkommende ואכיעין (חייא)[2] „das Leben ist rein“; ähnlich könnte ein י fehlen in dem dreimal wiederkehrenden יאייע (*yâyê*) „stolz“ (Sing. Stat. absol. neben נאהור und תאקין „leuchtend“ und „fest“).

Oft finden wir עי in den auf *el* auslautenden Eigennamen, wie in סראעיל „Israel“, שארהביעיל. Der Eigenname עין חאי und das als Fremdwort[3] anzusehende עיל עיל „Gott, Gott!“ sind die einzigen Beispiele des Anlauts עי.

Wenn nun auch die Schwierigkeit, den Spiritus lenis neben der Vokalbezeichnung deutlich hervortreten zu lassen — eine Schwierigkeit, welche bekanntlich in der Arabischen Orthographie so grosse Verwirrung veranlasst hat — glücklich überwunden ist, so bleibt der Doppelgebrauch des ו und י als Konsonant und Vokalbuchstab doch auch bei dieser Mundart bisweilen ein Hinderniss, die rechte Aussprache zu erkennen. So ist z. B. nur aus dem Zusammenhang zu erkennen, ob דאמיא im Stat. absol. דָמֵי oder im Stat. emph. דָמְיָא zu sprechen ist.

Obgleich Schreibweisen wie מצייין (*m'ṣîyîn*) „δυνάμενοι“, מצייית (*m'ṣiyit*) „du kannst“ zeigen, dass die Mandäer vor einer Häufung des י nicht erschrecken, so kann es doch nicht auffallen, dass sie in solchen Fällen zuweilen ein י weglassen und z. B. סאגייא „viele“ (*saggîyê*), אנייא „Elende“ (*anîyê*) oder ähnlich קריעיא „vocati“ (*q'rîyê*) schreiben. Auch von zwei י fällt mitunter eins aus: z. B. in ניול „er tritt ein“ (niyul = ܢܥܘܠ) neben תייול „du trittst ein“.

---

1) Im Museum 13 steht durch einen Druckfehler מצעריא.

2) Soll hierdurch vielleicht eine langgezogene Pausalaussprache angedeutet werden?

3) Wie אדונאי.

Lautlehre.

6 Die *Vokalverhältnisse* sind, soweit sie die Schrift erkennen lässt, im Ganzen dieselben wie die der Syrischen Sprache. Doch sind sie nicht so fest, wie in dieser, geregelt, indem einerseits mehrfach dasselbe Wort mit verschiedenen Vokalen erscheint, andererseits oft Vokale, die in einer Form vorkommen, in einer ganz analogen fehlen. Die erste Erscheinung zeigt sich besonders in einem mehrfachen Wechsel von א und י, bei dem freilich zu bedenken ist, dass die grosse Aehnlichkeit des anhängenden א und י die Abschreiber leicht zu Fehlern verleiten konnte. Wir finden z. B. גינזאיהון „ihre Schätze“ unmittelbar neben גאנזאיהון, für das häufige שושאלתא „Kette“ auch שישילתא, לגיט „er nahm“ neben לגאט (לְקַט) und so öfter im Perf. Qal. Das *i* (*e*) tritt in geschlossnen Silben, wie im Hebräischen, gern an die Stelle des *a* z. B. שיקלא „er nahm ihn“ (שַׁקְלֵהּ), מיתגיטליא „Getödtete“ (ܡܬܩܛܠܢܐ) und in vielen Formen, die in der Formenlehre vorkommen werden. Seltener ist der Wechsel von *u* mit andern Vokalen, wie in חוכומתא „Weisheit“ (חָכְמְתָא) neben חיכומתא (ܚܟܡܬܐ), גאברא, גאבריא (ܓܒܪܐ) neben גובריא (גוּבְרַיָּא), שובא „sieben“ Mask. (שובעא שִׁבְעָא ܫܒܥܐ), שובין „siebzig“ (שובעין שִׁבְעִין ܫܒܥܝܢ); und in den Verben, welche im Imperfekt י statt י haben.

Das Gesetz, nach welchem vor auslautendem ר jeder kurze Vokal zu *a* werden muss, wird nicht streng beobachtet z. B. אמיר und אמאר „sprich“, ארכיר (Var. ארכאר) „erwähne“, מארכיר „erwähnend“. Sehr selten sind aber Ausnahmen bei eigentlichen Gutturalen, wie in פתית „du öffnetest“ (ܦܬܚܬ), עצטבינאבא „wir wurden darin getauft“ (ܐܨܛܒܥܢܢ ܒܗ).

Die Vereinfachung der Diphthongen in geschlossener Silbe, welche im Syrischen schon fast ganz durchgeführt ist (z. B. in ܡܘܬ, ܒܝܬ, ܝܘܡܐ), ist im Mandäischen vollendet z. B. לית „non est“ (ܠܝܬ) -ית als Verbalendung (ܝܬ-). In ܐܝܟ „wie“ wird das *a* durch einen Zusatzvokal geschützt איאך, ähnlich steht איאן für *ain* als Suffix der 1. Pers. Plur. am Plur. — Auch in einigen andern Fällen tritt ein einfacher Vokal an die Stelle des Diphthongs,

nämlich in סיפא „Schwert" (ܣܝܦܐ), ביניא und בינאת „zwischen", גו „Inneres" (Stat. constr., aber mit Suffix בגאויא „in seinem Innern"), יומא „Tag", יומיא „Tage", מותא „Tod", זוטא „klein" (ܙܥܘܪܐ), כוכבא „Stern", כוכביא „Sterne", רורביא „magnates". Ferner stehen in einigen Ableitungen von Wurzeln ל״י auch in offener Silbe Formen mit אי neben solchen mit י. Ob in diesen Worten *au*, *ai* zu *ô*, *ê* oder gleich zu *û*, *î* geworden sind, können wir natürlich nicht bestimmen.

Wichtiger als diese Vokalveränderungen ist das Streben, im Gegensatz 7 zu der sonstigen Aramäischen Beschränkung der Vokalaussprache vielfach zur Vermeidung von Härten Vokale einzuschieben. Freilich ist es hier oft schwer zu beurtheilen, ob die Schrift nur einen Vokalanstoss ausdrückt, den auch die kürzeste Semitische Aussprache nicht entbehren kann, oder ob die Sprache selbst einen solchen Nothlaut zum vollen Vokal erhoben hat. Ein solcher Vokal tritt mit einem Spiritus lenis *nach Willkühr* vor ein Wort, dessen erster Konsonant keinen vollen Vokal hat, und zwar häufiger ein א als ein ע (*i*). So haben wir אהואת „sie war" (Var. הואת), אסמיכא „gestützt" (Var. סמיכא), אשכינאתא „Schechina's" neben שכינאתא, אלבוש „zieh an" (Var. לבוש), ענביהא „Prophet" neben נביהא, עכמא „wie", sonst כמא [1]) und viele ähnliche. Diese Zusammenstellung zeigt, wie die vermehrten und unvermehrten Formen neben einander stehn; oft stehn beide Formen nahe beisammen, zuweilen hat eine Handschrift bei einem Worte an einer Stelle die längere, an einer andern die kürzere Form, eine andere Handschrift umgekehrt. Nach ב, ל, ו ist ein solcher Zusatz selten; doch finden wir בעמרומא „in der Höhe" (Var. במרומא) [2]).

Wie oft im Syrischen [3]), aber in weiterm Umfange, wird da, wo in ei- 8

---

1) Vergleiche in der s. g. Versio Hierosolymitana אכתובא „epigraphe", אדמא „Blut". (Adler S. 142.)

2) An einer andern Stelle steht בימרומא mit der Variante במרומא.

3) Vergl. Hoffmann, gr. Syr. pg. 115, Bernstein in der Einleitung zum Evang. Joh. in Harqlensischer Uebersetzung S. VII ff. Auch im Chaldäischen haben wir einzelne Beispiele dieser Einschiebung, wie מַדְנְחָא für מַדְנְחָא „Aufgang". Im Hebräischen oft bei Gutturalen z. B. יַעֲצְמוּ.

nem Worte drei Konsonanten ohne einen vollen Vokal zusammen treffen, gewöhnlich nach dem ersten Konsonanten ein Vokal eingeschoben und zwar meistens ein י wie in עתיקריא „er ward gerufen“ (ܐܬܩܪܝ), ניסידרון „sie zeugen“, תינישקון „ihr küsst“, תיחישבא „du meinst ihn“ (ܬܚܫܒܝܘܗܝ), בילידבאבא „Feind“ (ܒܥܠܕܒܒܐ), עדילמא „bis wann?“ (עַדלְמָא); seltner א z. B. דאחאלתא „Furcht“ (ܕܚܠܬܐ), חאשאבתא „Gedanke“, oder ו z. B. חוכומתא, חיכומתא „Weisheit“, ניצירבתא „Pflanze“. Obgleich nun eine solche Einschiebung meistens stattfindet, namentlich im Imperfekt der Verba (besonders derer mit ה und ח als erstem oder zweitem Radikal), so giebt es doch auch genug Ausnahmen z. B. stets פארולא „Eisen“, יארדנא „Jordan“; so auch אחדראת „sie kehrte um“. Ganz unstatthaft ist die Einschiebung bei den Reflexiven der mit Zischlauten anhebenden Verba z. B. עצטבא „sie sind getauft“ (ܐܨܛܒܥܘ), עשתבון, „sie sind gefangen“, נישתקיל „er wird genommen“. Dafür tritt in diesen Worten wohl ein י hinter den zweiten Konsonanten z. B. נישתיביק „es wird erlassen“, נישתיפיל „er wird gestürzt“, מיסתימיכנא „ich stütze mich“, ישתימאנין „und wir wurden gehört“ (ܘܐܫܬܡܥܢܢ) neben ועשתמאנין.

9 Aber auch ohne Noth treten oft gegen die sonstige Aramäische Form Vokale zum Vorschein, die freilich zum Theil von der ursprünglichen volleren Vokalisation herrühren. Bei gewissen Wörtern tritt stets, bei andern abwechselnd, ein א oder ע vor z. B. אקאמאי, אקאמאך u. s. w. „vor mir, dir u. s. w.“ (Chald. Samar. קָמָא), אתותיא „unter“, אבאתאר „hinter“, אביחדא „auf einmal“, neben ביחדא [1]), אגאמבא neben גאמבא „Seite“, עשומיא „Himmel“ neben שומיא, עשומא „Name“ gewöhnlich שומא.

Im Inlaut bleibt bei der Verlängerung der flektierten Formen oft der Vokal der kürzern Form, namentlich im Af'el; zuweilen verändert er sich etwas z. B. מאמידילון „baptizantes eos“ (ܡܥܡܕܝܢ ܠܗܘܢ), מאנהירילון „illuminantes eos“, מרארריבילון „exaltantes eos“, מהאימינא „die Gläubigen“ (sel-

1) Man könnte diese 3 Wörter als eigentlich nach §. 7. gebildet betrachten, als aus *(a)qdâmâ*, *(a)thûtê* *(a)b'atar* entstanden. Auch im Talmudischen findet sich אבתרא.

ten מהאימניא), נאפרישאן „er belehrt mich" (der Form nach = ܢܦܪܫܢܝ), נישביקולא „sie erlassen ihm" (oft), ניקריבולון „sie nahen ihnen" [1]), מיתאשידין „vergossen" (Plur. von מִתְאַשַּׁד).

Die Präfixe des Imperfekts erhalten immer einen vollen Vokal [2]) z. B. ניקום „er steht" (ܢܩܘܡ), נידינון „sie richten", נימאכיך „er macht eben", תיבאטלא „du vereitelst es".

Zwischen ש und ב oder מ wird in den Worten שומא „Name" (ebenso Chaldäisch) und שומיא „audiit, audiverunt, audi" (ܫܡܥ, ܫܡܥܘ, ܫܡܥܝ) ein ו gesprochen; ähnlich in רושמא „Zeichen" (ܪܘܫܡܐ).

Zwei gleiche auf einander folgende Konsonanten, welche aber nicht zusammenfallen sollen, werden durch ein א getrennt in אמאמיא „Völker", יאמאמיא „Meere" [3]), מיתפאסאסיא „zerstörte", חאנאנא „er war gütig gegen ihn (Paʿel mit Suffix), באנאניח „ich zeugte (Paʿel), ܫܒܒܢ „obtexit me" Norb. III, 308, מגאלאליח „du offenbarst" (Part. Paʿel mit יח = ܐܝܬ). Die letztern Formen zeigen, dass hier א auch an solchen Stellen steht, wo ursprünglich ein *i* war [4]).

Zur Erhaltung eines sonst leicht in den folgenden Konsonanten aufgelösten נ wird ein Vokal eingeschoben in אנאת „du", אנאחון „ihr", מינילתא, מינילאת u. s. w. „Wort" und oft im Suffix ינאכון neben יככון; zur Erhaltung des Diphthongs in איאך „wie" (ܐܝܟ) איאן (ܝܢ̈. Suffix).

Abfall eines anlautenden Vokals sehen wir bei einem frei stehenden Wort nur in סרין „zwanzig" (ܥܣܪܝܢ); dagegen werden oft zwei Vokale von

1) Man würde eher נישיבקולא, ניקירבולון erwarten.

2) Vergl. bei Hoffmann pg. 181, 218 ähnliche Fälle im Syrischen. ניאקראך „wir preisen dich" ist bloss als kürzere Schreibart für נייאקראך anzusehn nach §. 5.

3) Die Schreibart ܥܡ̈ܡܐ, ܥܡܡ̈ܐ zeigt, dass auch im Syrischen ursprünglich die beiden מ durch einen vokalischen Laut getrennt waren (wie in עֲמָמִים), welcher freilich später verschwand, so dass die beiden מ dann in der Aussprache zusammenfielen.

4) In ענתא „Frau" = ܐܢܬܬܐ, אִנְתְּתָא ist der eine Konsonant und also auch der sie trennende Vokal weggefallen; für ܡܡܠܠܐ findet sich sowohl מאמלא als מאמלאלא.

zwei eng verbundenen Wörtern zu einem zusammengezogen, besonders bei לא z. B. לאביר „nicht thuend" = לא אביר (ܠܳܐ ܥܳܒܶܕ), לאברילא „überschreiten ihn nicht" (ܠܳܐ ܥܳܒܪܺܝܢ ܠܶܗ), לאבארת „du thatest nicht" (ܠܳܐ ܥܒܰܕܬ), לא עתריצתון ולאתקאיאמתון „ihr waret nicht in Ordnung und standet nicht fest" (לָא אִתְּרְצִתּוּן וְלָא אִתְקַיַּמְתּוּן) und so steht für עת nach לא öfter bloss ת. Aber keine dieser Zusammenziehungen ist nothwendig.

11 Die auslautenden Vokale, welche im Syrischen, obwohl ursprünglich gesprochen, allmählig abfielen, und daher zwar in der Konsonantenschrift, nicht aber durch die spätere Vokalschrift ausgedrückt werden [1]), fallen im Mandäischen auch für die Schrift gänzlich weg z. B. גטאל „sie tödteten" (ܩܛܰܠܘ), קאם „sie standen" (ܩܳܡܘ), קום „steht" (ܩܽܘܡܘ), עזיל „geh" fem. (ܐܶܙܰܠܝ), עתיכפאר „hebe dich weg" fem. (ܐܶܬܥܰܩܰܪܝ), קראן „rief mich" (ܩܪܳܢܝ), עם „meine Mutter" (ܐܶܡܝ) u. s. w. Dagegen bleibt das anlautende א mit ganz kurzem Vokal, welches im Syrischen, zum Theil auch im Chaldäischen, in einigen Wörtern abfällt, meistens stehen z. B. אתא „komm" (ܬܳܐ), עזיל „geh" (ܙܶܠ), אנאשא und עניש „Mensch" (ܐ݈ܢܳܫܳܐ). Aber אנא „ich" wird zu נא, wenn es sich eng mit einem vorhergehenden Worte verbindet z. B. סאגידנא „ich bete an" (ܣܳܓܶܕ ܐ݈ܢܳܐ), ראבנא „ich bin gross" (ܪܳܒ ܐ݈ܢܳܐ); ähnlich wird in diesem Fall אנין „wir" zu נין.

Ausfall von Vokalen im Inlaut findet sich nicht leicht, wo ihn nicht auch ein anderer Aramäischer Dialekt hätte. Sehr auffallend ist aber der Ausfall des mittleren Wurzelvokals in einigen Formen der Verba ע״ו. Siehe unten §. 40 und 45.

12 Die Veränderungen, welche die Konsonanten erleiden, bestehen meist in Schwächungen [2]).

---

1) Ich glaube, dass dieser Wegfall alle auslautenden *u* und *i* betraf, welche *unbetont* waren.

2) Die hier gegebene Uebersicht der Konsonantenveränderungen ist sehr unvollständig. Zur Erreichung grösserer Vollständigkeit wären bessere lexikalische Vorarbeiten, als das Norbergsche Glossar, eine unerlässliche Vorbedingung. Nur bei der hier wichtigsten Klasse, den Gutturalen, hoffe ich wenigstens die

Von den *Gaumenlauten* verwandelt sich ק zu כ in כושטא „Wahrheit", (קוּשְׁטא, ܩܘܫܛܐ), כאצומא „Beschwörer" (ܡܩܪܝܢܐ), כדיר [1]) „langgedehnt" (von קדר), in mehreren Ableitungen der Wurzel קדש (heilig sein), neben welchen jedoch andere in eigenthümlichen Bedeutungen mit ק stehn, und wohl noch einigen andern Wörtern.

Zu ג wird ק in גטל [2]) „tödten" (ܩܛܠ) und allen andern mit קט anlautenden Wurzeln. Doch kommen von den Wurzeln קטר und קטן einzelne Wörter mit ק vor [3]). Ferner wird anlautendes ק zu ג in ܓܝܛܐ „Sommer" (ܩܝܛܐ), inlautendes in לגט „nehmen" (ܠܩܛ) und ܒܓܐ (= ܒܩܐ) „explorare", sowie vor ד in פוגדאניא „Aufträge" (ܦܘܩܕܢܐ).

Dagegen scheint eine Verhärtung einzutreten in ܒܩܐ „explorari" = ܒܓܐ, welches auch vorkommt, und in ܡܪܘܩܢܐ „krank" von ܡܪܩ (ܡܪܥ), welches sich gleichfalls findet.

Von den *Dentalen* steht ד für ת in כדב „schreiben" (כתב), und שדק „schweigen" (שתק); doch kommen daneben ohne Unterschied auch die Formen mit ת vor, und so wechseln wohl כדיב und כתיב „geschrieben" in einer Handschrift oder stehn als Varianten neben einander. Auch steht ein Verbum ܫܬܦ „commercium habuit" neben שתף und שותאפא „Genosse".

Bei den *Zischlauten* finden wir nur wenige Veränderungen. ܪܘܙܝܢ „exsultantes" steht für das gewöhnlichere ראוויא; ܦܪܙܐ, ܦܘܪܙܐ „lascivia" sind wahrscheinlich mit ܦܪܨ verwandt. Vor einem ג oder ד steht die sonst wenigstens graphisch nicht

---

Hauptfälle gesammelt und mit genügenden Beispielen belegt zu haben. Auf die Fremdwörter ist hier, wie überhaupt, keine Rücksicht genommen.

1) שינתא כדירתיא „langer Schlaf".

2) Die Wurzeln setze ich vokallos; die mit Syrischen Buchstaben geschriebenen Beispiele sind, wie ich schon oben bemerkte, aus Norberg genommen.

3) ܩܛܪ „räuchern" ist nicht, wie Norberg meint, gleich Syr. ܩܛܪ, sondern gleich קטר, قطر.

ausgedrückte Erweichung des ס zu ז im מאוגרא „Moschee“ (مسجد), ܛܢܙܐ „Schande“ (ܛܢܣܐ) [1]. Die entsprechende Verhärtung des ס zu צ vor ט sehen wir einmal in ܨܛܐ für ܣܛܐ „deflectere“; ähnlich ביסקאת „mit dem Siegel“ (Stat. constr.) = ܒܣܩܬ.

Eigenthümlich ist dieser Mundart die Verwechslung von ז und ד in einer Reihe von Wörtern die, mit Ausnahme von זמא „Blut“ (דְמא), im Arabischen ذ im Hebräischen ז haben; es sind dies der Demonstrativstamm זא in האזין fem. האזא dieser (הָדֵין, הָדָא) und האיזין (هٰذين), האיזאך (هٰذيك) „damals“, neben der seltneren Form האידין, זאהבא „Gold“ neben דאהבא, ܙܟܪܐ „männliches Thier“ (ܕܟܪܐ), ܐܚܙ „halten“ (und viel öfter אחד), ܙܒܚ „opfern“ (neben מארבחא), זכא und דכא [2]) „rein sein“ und vielleicht noch einige wenige andere. Von diesen stehn auch sonst im Aramäischen דכא und זכא neben einander. Da, wo Doppelformen vorkommen, stehen sie, soweit ich sehe, ohne Unterschied der sonstigen lautlichen Verhältnisse; so steht z. B. nach einem Vokallaut בראהבא und ebenso nach einem Konsonanten על דאהבא, während sonst nach Vokalen und Konsonanten זאהבא gewöhnlich ist [3]). Die sonstigen Erscheinungen des Mandäischen Dialekts machen es wenig wahrscheinlich, dass dieser, immerhin auffallende, Wechsel dem Einfluss einer fremden Sprache zuzuschreiben ist [4]).

14 Von den *Lippenlauten* steht פ für ב in פת, פאת „Tochter“ (Stat. constr., sonst בראתא), פתולא „Jungfrau“, vielleicht auch in פאס zerstören (vergl.

---

1) Vergl. Barhebr. gram. ed. Bertheau pg. 36.

2) So stehn z. B. דאכיותא und זאכאיותא (etwa „Reinheit“ und „Unschuld“) unmittelbar zusammen.

3) Ich vermuthete anfangs, dass ז hier nur für das nach einem Vokallaut aspierierte ד als Rukôchform stände.

4) Das dunkle Wort ܬܘܫܒܬ, welches zweimal in einer Abschreibernotiz vorkommt, ist gewiss nicht, wie Norberg meint, „Wohnung“ und von ישב (sonst immer יתיב) abzuleiten, da eine solche hebräischartige Aussprache des Aramäischen ת im Mandäischen ohne Beispiel ist.

ܡܟܒܫܢ); ferner im Fremdwort ܫܒܬܐ „Sabbat"; ר für ב nur in אורדיא „verloren gehende" von ܐܒܕ.

ל für ר haben wir in כאלוזא „Ausrufer" (ܟܪܘܙܐ), ר für ל in תארמידא „Schüler" (תַּלְמִידא) und zur Dissimilation in גירגלא „Rad" (ܓܝܓܠܐ für ܓܠܓܠܐ), ܛܪܛܠ „projecit" (טלטל) und wahrscheinlich in ܡܪܗܠ = ܡܚܗܠ „perturbare" (nicht, wie Norberg will, = ܚܪܗܠ).

Der Wurzel צחק, ܓܚܟ „lachen" entspricht nicht nur der regelrechte, im sonstigen Aramäischen aber nicht erscheinende Reflex אחך (Chaldäisch aber חוך), sondern auch die gewöhnlichere, durch eine eigenthümliche Verwandlung entstandene Form גחך [1]).

Weit wichtiger als diese vereinzelt auftretenden Veränderungen ist die Behandlung der *Gutturale*, welche das wesentlichste Merkmal dieser Mundart bildet. Die Gutturale wechseln *wechseln keineswegs willkührlich*, sondern nach festen, nur wenig dehnbaren Regeln. Es sind hier besonders zu betrachten einerseits א und ע, andererseits ה und ח. Wurzelhaftes א und ע werden durchgängig gleich behandelt, d. h. sie halten sich nur im Anlaut als Spiritus lenis, während ה und ח meistens bleiben.

Schon im Syrischen büsst ein am Schluss der Silbe stehendes א gänzlich seinen Konsonantenwerth ein; steht es im Worte nach einer geschlossenen Silbe, so fällt es weg und die Silbe öffnet sich; ein blosser Vokalanstoss vor א fällt mit diesem zugleich weg. Dies Alles gilt im Mandäischen nicht bloss vom א, sondern ebenso vom ע.

Im Anlaut drückt ע, wie wir oben sahen, nicht einen von א verschiedenen Konsonantenlaut aus, sondern zeigt nur die Verschiedenheit der Vokalisation an.

Nach Vokalen fällt also ein silbenschliessendes ע oder א weg: 1) Im

---

1) In dem eigentlich zu erwartenden עחך ist ein Wechsel des Anlauts geboten zur Vermeidung der Aufeinanderfolge zweier sich zu nahe stehender Gutturale; man würde nun nach ähnlichen Fällen אחך erwarten, und diese Form liegt auch der Mandäischen und dem Chaldäischen חוך zu Grunde, gewöhnlich tritt aber eine sonst fast beispiellose Verwandlung des ע in ג ein.

Anlaut מאברא „Uebergang" (ܡܥܒܪܐ), אברויא „sie führten ihn über (ܐܥܒܪܘܗܝ), מיכאל „essen" (Inf.), נימאר „er sagt", תיבאר „du thust" (ܬܥܒܕ), עמאר „ich sage" (ܐܡܪ), עבאר „ich thue" (ܐܥܒܕ). 2) Im Inlaut טאמא „Geschmack" (ܛܥܡܐ), ראיא „der Hirte" (ܪܥܝܐ), באראתא „Bitten" (ܒܥܘܬܐ), רויאנא „Gedanke" (רְעְיָנָא für ܪܥܝܢܐ), שיתא „Stunde" (שַׁעְתָּא für ܫܥܬܐ). 3) Im Auslaut ניצבא „er färbt" (ܢܨܒܥ), זארא „säend" (ܙܪܥ), שומא „audiit, audiverunt" etc. (ܫܡܥ, ܫܡܥܘ), נאשמא „wir wollen hören lassen" (ܢܫܡܥ), נידא „er weiss" (ܢܕܥ), ארבא „vier" (ܐܪܒܥ).

So fällt ע, wie א, nach einem silbenschliessenden Konsonanten oder einem blossen Vokalanstoss weg [1]; פירוניא „Strafen" (für פִּרְעוּנְיָא = ܦܘܪܥܢܐ), תיבון „ihr bittet" (ܬܒܥܘܢ), ניביא „er bittet" (ܢܒܥܐ), צרבאן „taufe mich" (ܨܒܘܥܝܢܝ), שימאת „sie hörte" (ܫܡܥܬ), פיגית „ich gerieth hinein" (ܦܓܥܬ), זירא „Same" (= ܙܪܥܐ), יאדיא „wissende" (ܝܕܥܐ), יאדיתאך „deine Verständigkeit" (für יִדְעִיתָךְ), יאדיתון „ihr wisst" (ܝܕܥܝܢ ܐܢܬܘܢ), סאבא „er sättigte ihn" (ܣܒܥܗ), בותא „Bitte" (ܒܥܘܬܐ), בית „du batest" (ܒܥܝܬ), בא „er bat" (ܒܥܐ), עתאר „er wurde aufgeweckt" (אִתְּעַר).

Wie schon im Syrischen ein א zwischen zwei vollen Vokalen immer als י gesprochen werden soll [2], so wird im Mandäischen auch wurzelhaftes ע zwischen zwei Vokalen zu *Y*. Also באייא „bittend" (ܒܥܐ), Plur. באיין (ܒܥܝܢ), מאייל „einführend" (ܡܥܠ), תייול „du trittst ein" (ܬܥܘܠ), יאדויא „Kenner" (ܝܕܘܥܐ), נישתאייא „er wird reden" (ܢܫܬܥܐ), דראייא „Arme" (ܕܪܥܐ), שאייא „Stunden" (ܫܥܐ) [3].

---

1) Da sich das Vorhandensein oder Fehlen eines solchen Vokalanstosses oft z. B. in Wörtern wie גאטליא, „interficientes" und ähnlichen nicht konstatieren lässt, so sind diese eigentlich verschiedenen Fälle zusammengestellt.

2) So wird aus לא und עת, wenn sie aufs Neue zusammengestellt werden לאיית (*lâyît*), welches oft neben der ältern Zusammenziehung לית vorkommt, wogegen לאית (*lait*) dem Mandäischen ganz unbekannt ist.

3) Aus den Formen אילא (ܐܥܠܗ) „er führte ihn ein" דאיכא „erlöschend" fem.

Dagegen bleiben ה und ח, die, wie durch *ein* Zeichen ausgedrückt, auch ganz gleich behandelt werden, immer als erste und zweite Radikale: 1) היאת oder אהואת „sie war", ניהויא „er ist", תיחזון „ihr seht", תיחאליף „du änderst". 2) נחית „er stieg hinab", אחכא „lachend", עחות „ich steige herab", יאהיב „gebend", נאחליא „Bäche", ואהבא „Gold", ניזדאהרין „sie hüten sich", ניניהרון „sie leuchten" (ܢܢܗܪܘܢ für ܢܢܗܪܘܢ), ניביהתון „sie schämen sich", ניהראת „sie leuchtete", ניחתית „ich stieg herab", נירחוק „er ist fern", נינהאר „er leuchtet, באלחודאי „ich allein". Nur folgende wenige Wörter verlieren ihr ה oder ח als zweiten Radikal: אתותא „unter" (vergl. im spätern Chaldäischen חוֹתֵי), wahrscheinlich aus אַתְחותא, תיתאיא „der untere" [1] (ܬܚܬܝܐ oder ܬܚܬܝܐ), סירא „Mond", (סִהְרָא) [2], שודא „Geschenk" (ܫܘܚܕܐ). Ferner fällt das ה der Suffixe הון und הין sehr oft weg (wie im Samaritanischen).

In sehr vielen Fällen verschwinden aber diese beiden Gutturalen als letzte Wurzellaute. Als solche halten sie sich zwischen zwei Vokalen wie in אלאהא „Gott", אלאהיא „Götter", אלאהותא „Gottheit", ניאחא „Ruhe" ניחא „demüthig", רוחא „Geist", עתניחאת „sie hatte Ruhe", ferner nach einem Vokal vor dem ת des Femininums z. B. תושביחתא „Dank", קידיחתא „Wurf" selbst beim Verbum פתאחתא „sie öffnete ihn". Sonst aber verschwinden sie im Auslaut, nach einem Konsonanten oder blossen Vokalanstoss sowie vor konsonantisch anlautenden Verbalsuffixen, spurlos z. B. דנא „er ging auf" (ܕܢܚ),

---

(ܢܒܥܢ), darf man nicht schliessen, dass hier ein ע, auch ohne zwischen zwei Vokalen zu stehen, zu י geworden sei; diese Formen sind nicht unmittelbar aus den ihnen entsprechenden Syrischen, sondern durch regelrechte Ausstossung eines Vokals aus אייל „er führte ein" דאייך „erlöschend" gebildet, wie נאלבשא „er bekleidet ihn" aus נאלביש und קאימא „stehend" fem. aus קאים. Bei אילא könnte man übrigens auch an eine Paʿel-Form עַיְלָהּ denken, da עַיֵּל im Talmud das Paʿel von על bildet.

1) האתאייא, wie in Norberg's Facsimile steht, ist mir sonst nicht vorgekommen und scheint auf einem Fehler zu beruhen. — In einer Abschreibernotiz findet sich auch לתית „nach unten".

2) Aber סין, der Name der Mondgottheit, kann hiermit nicht zusammenhängen oder gar eine ältere Form von סהר sein, wie Chwolsohn meint. (Die Ssabier II, 158).

„sie gingen auf“ (ܢܣܩܘ)`, אתפאתא „er ward geöffnet“ (ܐܬܦܬܚ), משאבא „gepriesen“ (ܡܫܬܒܚ), אשכא „er fand“, (ܐܫܟܚ) „sie fanden“, (ܐܫܟܚܘ), נו „Noah“ (ܢܘܚ), מישא „Oel“ (ܡܫܚܐ), משאביא „gepriesene“ (ܡܫܬܒܚܐ), מאשכין „findende“, (ܡܫܟܚܝܢ), אשכיה „ich fand“ (ܐܫܟܚܬ), אנסית „ich schrieb ab“ (ܐܢܣܚܬ), תאשכון „ihr findet“ (ܬܫܟܚܘܢ), אשכאתון „ihr fandet“, (ܐܫܟܚܬܘܢ), אשכאנין „wir fanden“ (ܐܫܟܚܢܢ), משאבית „du bist gepriesen“ (מְשַׁבְּחַתְּ für מְשַׁבְּחָה אַתְּ). Aus den Pronominalsuffixen ܗ̇ und ܗ̱ wird א und יא.

Eine Ausnahme bildet bloss מארבחא „Opfer“.

17 Aber der gar zu starken Abschleifung der Gutturale wirkt die Sprache durch einige eigenthümliche Mittel entgegen. Um das ע am Ende zwischen zwei Vokalen oder vor dem ת des Femininums zu schützen, verwandelt sie es in einer Reihe von Wörtern in ה. So haben wir רקיהא „Feste“, (רְקִיעָא), מאמבוהא „Sprudel“ (von ܢܒܥ), מאדיהתא „Bewusstsein“ (ܝܕܥ), זויהתא „Schreck“ (ܙܘܥ), דימיהתא „Thräne“ (ܕܡܥܬܐ). Ebenso ist נביהא „Prophet“ (נְבִיאָה) gebildet.

Noch häufiger schützt aber die Sprache ein sonst aufzugebendes ח durch *Umsetzung;* so viele Formen von פתא (ܦܬܚ) z. B. פיחתא לפומא „er öffnete ihn, seinen Mund“ (für פַּתְחֵהּ, פְּתָחֵהּ), פאחתית „du öffnest“ (ܦܬܚܬܝ), כיפיחתא „er öffnet sie“ (ܢܦܬܚܝܗ̇), תיפיחתון „ihr öffnet“ (ܬܦܬܚܘܢ) u. s. w., פיחלא וי פלא „der Dienst den er that“ (ܦܘܠܚܢܐ ܕܦܠܚ) und andere Formen von פלח, ܕܢܚܐ „aufgehend“ von דנא, עשתיחכאת „sie ward gefunden“ (ܐܫܬܟܚܬ), עוחרא „Weg“ (ܐܘܪܚܐ). Vergl. noch bei Norberg ܬܗܘܡ = ܬܘܡܗ.

Auf welche Weise ferner das ח als Auslaut der Verba geschützt wird, welche als zweiten Wurzellaut ר, als dritten ח haben, werden wir unten sehen (§. 41 und 45).

18 Ausser in den angegebnen Fällen ist der Wechsel der Gutturale unter einander im Mandäischen nicht häufiger, als in einer andern Semitischen Sprache. Die einzigen sichern Fälle, die ich kenne, sind das auch sonst im Aramäischen (und Arabischen) vorkommende אמך für ܗܦܟ, האתיק „alt“ und האפיקא

„Bach" für die gleichfalls vorkommenden Formen אחיק (ܥܡܝܩ) und אמיקא (Hebr. אָמִיק), endlich הוק für ܥܩ „ängstigen". Auf jeden Fall hat Norberg durch die Annahme beliebigen Wegfalls und beliebigen Wechsels der Gutturale sich zur Bildung vieler ganz falscher Formen verleiten lassen [1].

In einigen Wörtern haben wir die bedeutende Verstärkung des ע zu ק und zwar vorn in אקאפרא „Staub" (ܥܦܪܐ), אקאמרא „Wolle" (ܥܡܪܐ), hinten in ארקא „Erde" (Plur. ארקאהאתא), welche Form für אַרְעָא sich bekanntlich schon Jer. 10, 11 findet, wo ihre Richtigkeit durch die Mandäischen Bücher gesichert ist. Zu vergleichen ist das Samaritanische שמק für und neben שמע [2].

Ob die Mandäer die Unterscheidung von Rukôch und Quśôi beobachteten, lässt sich aus ihrer Schrift nicht erkennen, obgleich einige der oben angeführten Konsonantenvertauschungen, sowie der Umstand, dass in Niebuhrs Alphabet das Zeichen für *k* durch das Arabische خ erklärt wird, dafür sprechen, dass man die Aspiration vielfach anwandte. Ebenso wenig können wir wissen, ob sie die Verdopplung der Konsonanten nach der im Syrischen herrschenden Aussprache unterdrückten, oder nicht. Dagegen wenden die Mandäer als Ersatz der Verdopplung in einigen Worten die Einschiebung eines Nasals an, die sich auch im Chaldäischen und selten (wie in ܡܢܕܥܐ) auch im Syrischen zeigt. Dass dieser Nasal nicht, wie man wohl denken könnte, ein blosses Schriftzeichen für die Verdopplung ist, sieht man daraus, dass vor ב meistens die phonetische Umwandlung des נ in מ stattfindet. Diese Einschiebung ist ziemlich häufig vor ד, ג, ב. So haben wir מאנדא wahrscheinlich = מַנְדַע, מַדַּע „Verstand", ܡܫܚܐ = מִדָּא „Maass", ראנדיר „er

---

1) Selbst die Eigennamen hat er so ohne alle Noth verdreht, wie wenn er z. B. aus היביל d. i. der Hebräische הֶבֶל ܗܒܠ macht.

2) Dagegen ist ܐܪܥܩ = ܐܪܥܐ, ערע nach einer Form, welche Norberg aufführt, schwerlich richtig; die Wurzel findet sich in der gewöhnlichen Gestalt in ܡܘܪܥܢܘܬܐ (schreib מאוראנותא) „oppositio".

verjagte" (für רַדֵּד), עתאנגאר „sie kauften" (אִתַּגַּרוּ), נאנגארא „faber" (נַגָּרָא), עמבא „Frucht" (אִבָּא), תיחאמביל „du verdirbst", (תְּחַבֵּל), קומבא „Gewölbe" (קֻבָּא).

Ein doppeltes ל wird nur in einem einzigen, aber sehr häufigen Wort zu נל und hier scheint die Unerträglichkeit dieser beiden Laute neben einander die Einschiebung eines sonst ganz unstatthaften Vokals bewirkt zu haben; so haben wir מינילתא das Wort (מִלְּתָא), Stat. constr. מינילאת, mit Suffix מינילתאך, „dein Wort", Plur. מינילא „seine Worte" [1]). Eigenthümlich ist בינתא, Nebenform von באיתא „Haus" (§. 57).

20 Ursprüngliches נ bleibt im Mandäischen hartnäckiger, als im Syrischen. So haben wir die Formen אנפיא „Gesicht", שינתא „Schlaf" מדינתא „Stadt", אמינטול „wegen" (ܡܶܛܽܠ), מינדאם „Etwas" (für מִנְדָּעַם [2]), מִדַּעַם, ܡܶܕܶܡ), גאמבא oder אגאמבא „Seite" (ܓܰܢܒܳܐ). In אנאת „du" und אנאתון „ihr" ist zur Erleichterung der Aussprache ein Vokal eingeschoben. Bei den Verben פ״ן fällt das נ unter den bekannten Umständen gewöhnlich weg und Fälle, wie מינתאר „abfallen" (Inf.) sind selten. Zu מ wird ein solches נ vor ב in מאמבוהא (ܢܒܥܐ) und מאמבוגא (ܢܒܘܥܐ) „Sprudel". Ferner fällt das נ weg in שיתא „Jahr" zum Unterschied von שינוא „Schlaf".

Ein flexivisches auslautendes ן fällt immer ab, wenn daran enklitisch die Präpositionen ב, ל mit einem Suffix treten. Beispiele sind sehr zahlreich z. B. מאלפילון „docentes eos" (ܡܰܠܦܺܝܢ ܠܗܘܢ), דאינילון „judicantes eos" (ܕܳܝܢܺܝܢ ܠܗܘܢ), ניחדובא „sie freuen sich darüber" (ܚܳܕܶܝܢ ܒܶܗ), קרולון „sie riefen sie" [3]), אמארתוליא „ihr sagtet mir" (ܐܶܡܰܪܬܽܘܢ ܠܝ). Ausserdem fällt ein flexivisches ן

---

1) Doch im Plural auch מיליא (ܡܶܠܶܐ).

2) Diese Form soll im Targ. Jerus. gestanden haben (Buxtorf s. v.); ich glaube fast, dass sie sich auch in der Inschrift von Carpentras findet, wo ich in der zweiten Reihe lesen möchte מנדעם באיש לא עבדת „*aliquid mali* non fecit" = ܡܕܡ (?)ܒܝܫ ܠܐ ܥܒܕܬ. — Das נ ist auch in der Neusyrischen Form *mindi* erhalten. (Siehe D. T. Stoddard, Grammar of the modern Syriac language im Journal of the Amer. or. Soc. Vol. 5. pag. 147).

3) Ohne לון hiesse es קרון.

oft weg in der weiblichen Pluralendung א für אן, und stets in der 3. Person Plur. fem. Imperf. [1]).

Dasselbe geschieht, wie in den andern Aramäischen Dialekten, bei der Zusammenziehung der Participien und Personalpronomen (siehe unten).

21 Ein ר wird eingebüsst in פאת, פת „Tochter", wie auch im Syrischen ܒܪܬܐ das ר zwar noch geschrieben, aber nicht mehr gesprochen wird.

Ein ת fällt in einigen reflexiven Verbalformen weg, ferner zuweilen auslautend in der 1. Pers. Sing. Perf. vor ב oder ל. Siehe unten §. 32.

Eine bloss graphische Zusammenziehung ist die zweier ל bei Wörtern, die mit ל auslauten und an die sich eng die Präposition ל mit einem Suffix hängt z. B. איילון „eintretend zu ihnen" (ܥܐܠ ܠܗܘܢ), עתילאך „ich gebe dir" (ܝܗܒܢܐ ܠܟ), עתילכון „ich gebe euch" (ܝܗܒܢܐ ܠܟܘܢ), שקאליא „er nahm ihn" (ܫܩܠܗ).

22 Eine dem Semitischen sonst fremde Einschiebung ist die des ב zwischen מ und ר in עמברא „Lamm" (ܐܡܪܐ), dessen Plural עמבריא und im Diminutiv עמברוסיא „Schäfchen".

Eine Einschiebung für die Verdoppelung haben wir noch in לילבא „Herz" (ziemlich oft neben ליבא), in כארפא „Hand" (= ܟܦܐ), גארפא „Flügel" (wahrscheinlich für גַּנְפָּא, גַּפָּא; wie auch im Chaldäischen z. B. Targ. Cant. 2, 15, 16) und, wenn die Form richtig ist, in ܫܢܬܐ „Jahr", wie Norberg schreibt, während Lorsbach שיתא hat.

23 *Umsetzung* der Konsonanten findet ausser in dem oben bei den Gutturalen angeführten Falle statt in den Wörtern ליגרא „Fuss" (ܪܓܠܐ), ארקבא „Skorpion" (ܥܩܪܒܐ), in einigen Formen der Wurzeln ברך knieen (z. B. כארבכא „wir wollen sie beugen" (ܢܒܪܟܝܗ) und vielen von ילד (z. B. יארלא „gebährend" fem.). In allen diesen trifft die Umstellung ein ר oder ל, welche Buchstaben bekanntlich auch in andern Sprachen gern ihre Stelle wechseln. Dazu kommt denn noch das von Altersher eingebürgerte Fremdwort פוגראמא „Sache" (ܦܪܓܡܐ).

---

1) Fast durchweg fallen flexivische ן bekanntlich im Talmudischen ab.

Zweiter Theil.

Formenlehre.

Pronomina.

24 Die selbständigen *Personalpronomen* sind אנא „ich", אנאת „du" (für beide Geschlechter), הו „er", הע „sie" (§. 5), אנין (Samarit. Talm. אנן) „wir", אנאתון „ihr", היכון „sie" [1]).

Nur היכון kann mit der Präposition ל stehn und verliert in diesem Fall seinen Anlaut z. B. ואי ליכון „wehe ihnen".

Die Objekts- und Genitivsuffixe werden wir unten beim Verbum und Nomen behandeln. Ueber דיל mit Suffixen vergleiche unten §. 68.

25 *Demonstrativa.* Das in allen Aramäischen Dialekten vorkommende Demonstrativ דֵּן ist im Mandäischen nicht mehr in einfacher Gestalt erhalten, dagegen kommt das Femininum דא doppelt gesetzt in neutrischer Bedeutung noch vor in Redensarten wie ܥܠ ܕܐ ܘܕܐ „über dies und jenes" (Norb. I, 138, 142). Häufig sind aber beide Wörtchen in der Zusammensetzung mit der im Aramäischen und Arabischen weit verbreiteten Demonstrativinterjektion הא, und zwar bleibt auch die Maskulinform, wie im Chaldäischen und Samaritanischen, vollständig und wird nicht ihres ד beraubt [2]); nur wird in beiden

---

1) Das Femininum היכין kommt nur mit תארתין zusammengezogen (תארתיכין „sie beide") vor.

2) Es ist mir nämlich nicht zweifelhaft, dass das *nur im Syrischen* vorkommende ܢ in manchen Pronominalformen aus ܕ verstümmelt ist. Denn wie הָאִלֵּין = ܗܳܠܶܝܢ, הָדָא = ܗܳܕܶܐ, ܗܳܕܳܐ, so ist der entsprechende Sing. Mask. הָדֵן = ܗܳܢ oder im Stat. emph. הָדְנָא = ܗܳܢܳܐ. (Das Syrische bildet alle diese Formen mit הָ, entbehrt aber der einfachen, die im Chaldäischen überwiegen). Ebenso ist ܡܳܢ, ܡܳܢܳܐ „was" = מָא דֵן, מָא דְנָא; ܐܰܝܢܳܐ = אֵי דְנָא (wie das Fem. ܐܰܝܕܳܐ = אֵי + דָא, Plur. ܐܰܝܠܶܝܢ = אֵי + אִלֵּין). Auf keinen Fall darf man sich durch unsere Syrischen Grammatiken verleiten lassen, wegen des zufälligen Gleichklangs ܗܳܟܰܢ mit ܗܳܢܳܐ zu verbinden; wie ܗܽܘ und ܗܺܝ aus הָהוּא und הָהִיא (wofür leider durch den Glauben, dass hier der Hebräische Artikel vorliege, die Schreibart

Geschlechtern ד in ז verwandelt (§. 13.). Also האזין „hic“, האזא „haec“ [1]). Beide können sowohl für sich allein, als mit Substantiven verbunden stehn; ebenso der Plural, האלין „hi“, wie ܗܳܠܶܝܢ aus הָאִלֵּין zusammengezogen. Für die Femininform האזא (z. B. האזא דמותא „dies Bild“) tritt oft die Maskulinform ein z. B. האזין מאצבותא „diese Taufe“, דוכתא האזין „dieser Ort“. האלין ist, wie in den andern Dialekten, commune z. B. האלין די „ii, qui“ und האלין תלאת באואתא „diese drei Bitten“.

Auf das Entferntere wird im Mandäischen, wie in den andern Aramäischen Dialekten, durch Zusammensetzung des Pronomens der dritten Person mit הא hingewiesen; vom Singular habe ich bloss einigemal die Maskulinform gefunden z. B. האהו גאברא, להאהו תארואן „jenen Tarwan“ (n. pr.); Norberg hat auch das Femininum und schreibt es ܗܳܘܗ (II, 312; wahrscheinlich wird es האהע geschrieben). Den Plural האנין (= ܗܳܢܶܝܢ, הָאִנֵּין Talmudisch הני) habe ich einmal mit einem Maskulinum (יארדניא) und einmal mit einem Femininum (שכינאתא) gefunden. Gewöhnlich erhält aber diese Form noch das auch im Chaldäischen [2]), besonders aber im Arabischen vorkommende schliessende ܟ und wird dann zu האניך „illi“ [3]) absolut und mit Substantiven beider Geschlechter verbunden. Als Singular steht diesem האניך dem Gebrauche nach zur Seite das kurze, auch im Talmudischen vorkom-

---

הַהִיא und הַהִיא gebräuchlich geworden ist), so ist ܗܢܘܢ aus הָאִנּוּן zusammengezogen; es ist weder der *Ableitung* noch dem *Gebrauch* nach Plural von ܗܳܢܳܐ, denn ܗܳܢܳܐ heisst „*dieser*“, ܗܶܢܘܢ aber bedeutet „*jene*“ und ist gerade so der Plural von ܗܽܘ wie ܐܢܘܢ der Plural von ܗܘ ist; die beiden Paare unterscheiden sich nur durch den Zutritt oder das Fehlen des הָ. — Auch das Neusyrische behält das ד bei in hâdî für beide Geschlechter (Stoddard a. a. O. S. 23).

1) Norberg II, 146 hat mehrmals ܗܳܕܝܘ hic est (ܗܘ), mit ܕ und auch ܗܳܕܐ ܕ (fem.) „illud quod“ I, 138.

2) דֵּךְ, אִלֵּךְ aus דֵּן und אִלֵּן + ךְ. Auch im Neusyrischen ܗܳܕܶܟ „so“ (Stoddard 137) haben wir das Anhängsel.

3) Vergl. הנך „isti“ im Talmud.

mende האך[1]) z. B. בריך האך יומא וי נהורא „gesegnet sei jener Tag des Lichts", להאך מאנא „jener Mana", משאבא האך שכינתא „gepriesen sei jene Schechina"[2]). Norberg hat dafür, besonders beim Femininum (jedoch nicht ausschliesslich z. B. ܢܘܦܛܐ ܗ̇ܘܟܐ II, 26) oft ܗ̇ܘܟܐ. Einmal finde ich als Femininum האכע in להאכע אנאנא כאסיתא „jene verborgene Anana".

Noch häufiger ist ein nur im Mandäischen vorkommendes Demonstrativ. האנאתא (Mask. האנאתא ראזא „dies Geheimniss", האנאתא יארדנא „dieser Jordan", האנאתא זמא „dieses Blut", Fem. האנאתא שכינתא „diese Schechina"). Plural האנאתון (האנאתון מיא „dieses Wasser", האנאתון יארדניא „diese Jordane"). Obgleich diese Form auch beim Femininum vorkommt, (האנאתון נישמאתא „diese Seelen"), so ist die eigentliche Femininform doch gewiss zu finden in ܗ̇ܘ̇ܢܟܝܢ ܟܠܗ̈ܝܢ ܡ̈ܝܐ Norb. I, 240. Demnach gleichen also die Endungen ganz den betreffenden Suffixen der dritten Person (א = ܗ̤ und ܗ̇; ון = ܗܘܢ, ין = ܗ̈ܝܢ). Ich möchte nun in dem, was dieser Endung vorhergeht, einen Rest des sonst im Mandäischen gar nicht, in den andern Dialekten theilweise noch als Objektpräfix vorkommenden יָת sehen. Bekanntlich gebraucht die Mischna אוֹתוֹ, אוֹתָם u. s. w. ganz als Demonstrativ für das Entferntere, wie das Hebräische הַהוּא, הָהֵם. Schwerlich hat die Mischna diesen Gebrauch anderswoher genommen, als aus der Quelle, aus welcher fast alle ihre Abweichungen vom Althebräischen stammen, aus dem Aramäischen. Ich erkläre nun האנאתא aus א + את + הין + הא; vorne also zwei hinweisende Interjektionen; הין „ecce" werden wir unten wiederfinden[3]). Ich gebe diese Erklä-

---

1) Z. B. הָךְ מִלְּתָא vergl. Buxtorf s. v. הָךְ.

2) Dies Pronomen steht besonders bei hoch verehrten Gegenständen und Personen.

3) Wenn ܗ̇ܢܘܢ (Norb. II, 4 lin. 15) richtig ist, so ist es eine ähnliche Zusammenziehung aus הו + הין + הא „en ecce ille" also gleich dem Talmudischen היינו, in welchem das *i* von אִנְהוּ mit dem *â* zu *ai* verschmolzen, nicht weggefallen ist. — Vergleicht man die Talmudischen Formen אידהו „er", fem. אידהי (aus אינהו, אינהי), Plur. אינהו, אינהי (mit dem regelrechten Abfall des schliessenden flexivischen ן für אינהון, אינהין), als Suffix נהו נהי (ebenso) mit den sonstigen Aramäischen Formen הִנּוּן, ܐܢܘܢ, ינון — u. s. w., so kann es nicht zweifelhaft sein, dass wir hier Zusammensetzungen des einfachen Pronomens

rung durchaus nicht als gewiss aus, und bin bereit, sie gegen eine bessere zurückzuziehen, aber das halte ich fest, dass diese Formen am Schluss ein Suffix der dritten Person haben.

Misslich ist es, über das *Relativ* zu sprechen. Das als solches erschei- 26 nende Wort kann seinen Zügen nach nicht gut anders als יו gelesen werden [1]). Eine solche Form muss nun aber von vorn herein sehr bedenklich erscheinen. Sehen wir nun, dass יי nur mit der Präposition כ verbunden werden kann (כוי = ܟܕ) sowie einige Male mit על, sonst aber nach Präpositionen und ו die allgemein Aramäische Form ד erscheint (על דקאימיא „über die, welche stehen", ודאבדינין „und was wir thun" ܘܡܐ ܕܥܒ݂ܕܝܢ, ... צאומא וי ארבא יומיא ודחאמשין ודשיתין „das Fasten von 4 Tagen und von 50 und 60", ודאחאן „und unserer Brüder" u. s. w.), so kommen wir auf denselben Gedanken, wie schon **Norberg**, dass dies יי bloss eine kürzere Schreibweise für das etwas weitläufige Zeichen ד ist. Freilich spricht dagegen, dass der Buchstabe ד im Mandäischen sonst sich dem folgenden anschliesst, während das Relativ frei steht; doch hat die Annahme keine Schwierigkeit, dass die Weise des Estrangelo, ד nicht mit dem folgenden Buchstaben zu verbinden, in diesem Falle geblieben sei, indem hier das Interesse für die Deutlichkeit dem sonst herrschenden Streben entgegenwirkte, die kleineren Wörter recht eng an die grösseren zu hängen. Das an drei Stellen vor א vorkommende Relativ ט (רוחיא טאבאהאתאך „die Geister deiner Väter" und zweimal טאביר = ܕܥܒܶܕ, „wer da thut") ist dann gleichfalls für ein verzogenes ד zu halten. Da auch

---

הר, הי, הון, הין mit den demonstrativen הָךְ, אָךְ haben. Bei dem im Talmud als Kopula gebräuchlichen נִינְהוּ „sie" scheint dies Wörtchen sogar zweimal vorgetreten zu sein. המו und המון ist hiervon zu trennen.

1) Freilich ist im Weimarer Facsimile der erste Strich immer viel schräger, als der des anlautenden ו und der letzte Strich des י fehlt oft ganz; auch in den Oxforder Handschriften ist nach dem Facsimile bei **Hyde** und einzelnen Abzeichnungen bei **Lorsbach** der erste Strich nicht ganz wie der des ו, dagegen gleichen sich beide genau in **Norbergs** — jedoch schwerlich ganz zuverlässigem — Facsimile. Das dem כַּד entsprechende Wort wird aber auch in der Weimarer Handschrift genau wie כוי geschrieben.

Petermann immer *de* ausspricht, so ist es wohl kaum zu bezweifeln, dass Norberg in diesem Punkte Recht hat. Jedoch wollen wir, bis die Sache völlig aufgeklärt und die Aussprache des überaus häufigen כוי bestimmt ist, einstweilen die Schreibart וי beibehalten [1]).

27 *Fragepronomen* sind מאן wer und מא was; beide verbinden sich oft mit הו zu מאנו, מאהו. Die indirekte Frage bildet מאהו וי: לא יאדיא מאהו וי אבדיא „nicht wissend, was sie thun", כולמאהו וי אמארת „quicquid dixisti."

Verbum.

28 Die *starken Verben* zeigen, wenn man die allgemeinen Laut- und Schreibregeln berücksichtigt, nicht viele Abweichungen von den Syrischen Formen. Die gewöhnlichen Stämme, Qal, Etpeʿel, Paʿel, Etpaʿal, Afʿel, Ettafʿal, sind alle hinlänglich vertreten, auch finden sich einzelne Beispiele von Šafʿel und andern seltneren Stämmen, welche aber *für die Praxis* als vierradikalige Verben betrachtet werden können.

Das ת der Reflexivstämme erfährt bei Verben, die mit Zischlauten beginnen, die Umsetzung resp. die bekannten Veränderungen. Beginnt die Wurzel mit ת, so verschmelzen beide ת für die Schrift wenigstens zu einem (z. B. עתאבארתון „ihr wurdet gebrochen" = אִתְּבַרְתּוּן, עתריצתון „ihr steht gerade = אִתְּרְצִתּוּן), vor ד und ט assimiliert sich zugleich das ת des Reflexivs, also עטאראש „sie wurden taub" (von טרש), עדאכאיתון „ihr seid gereinigt' (אִדַּכֵּיתוּן). Aber auch vor andern Lauten verschwindet (wie im Talmudischen)[2]) das ת nicht selten z. B. עסאדאר „ist geordnet", עחאמבאל „sie wurden zerstört" (ܐܬܚܒܠܘ), עלאבאש „er bekleidete sich (Var. עתלאבאש), ענאנדאיתון „ihr wurdet bewegt" (Paʿel nach §. 19 von נדא); namentlich geschieht dies in den Participien z. B. מיחשיב „gerechnet" (ܡܬܚܫܒ), מיפסיק „entfernt", מירשימינין „wir sind gezeichnet" (ܡܬܪܫܡܝܢ ܚܢܢ), מיפאסריא „dissoluti", מיכאיריא „pudefacti" (ܡܬܟܠܡܝܢ).

---

1) Auf keinen Fall darf man das Mandäische Relativ mit Lorsbach aus dem Persischen ableiten.

2) Z. B. אירמס (Ab. zara 17b) איגייר, מיבעי für אִתְרְמַס, אִתְגַּיַּר, מִתְבָּעֵי.

Im Qal wechseln die charakteristischen Vokale stärker als im Syrischen. Auch bei Transitiven hat das Perfekt oft *i* z. B. מזיג „er mischte", נסיב „er nahm"; im Imperfekt und Imperativ breitet sich *i* für *u* aus, und zwar stehn in beiden Fällen oft zwei Formen nebeneinander z. B. נסיב und נסאב „er nahm" לגיט und לגאט (ܠܩܰܛ); Impf. ניסאב und ניסיב, סגיד und סגוד „bete an" (Perf. סגיד). Auch vom Perfektum mit *u* haben wir die jedoch nicht sichern Beispiele שכוב (neben שכיב „lag") und רחום (neben רחים) „liebte".

Im Etpeʿel erhält der erste Radikal, wo er nothwendig vokalisiert werden muss, nicht *a*, sondern *i* z. B. עתניצבאת „sie ward erhöht" (אִתְנַצְּבַת, ܐܶܬ݂ܢܰܨܒܰܬ݂).

Die Femininformen werden allmählich durch die Maskulinformen verdrängt, auch wo sich noch Reste von jenen erhalten haben.

Im Folgenden gebe ich eine Uebersicht über die Formen des starken Verbs so jedoch, dass ich die Belege für die einzelnen Personen und Numeri aus dem Qal und den andern Stämmen zusammenstelle. Um nicht für manche Fälle zu wenig Beispiele zu erhalten, habe ich auch solche von Verben פן und tert. Gutt. aufgenommen.

Die nicht sehr zahlreichen Infinitivformen werden wir besser beim Nomen zusammenstellen, während wir die Partizipien schon hier aufführen müssen, da sie zur Bildung eines neuen Tempus dienen.

Perf. Sing. 3. Pers. m. Qal שבאק „er verliess", תראץ „ordnete", לגאט 29 und לגיט „nahm", נפאל „fiel", נסיב „nahm", סגיד „betete an", נחית „stieg hinab", רחים „liebte", שכיב und שכוב „schlief", דנא „ging auf", שומא „hörte". Paʿel מאליל „redete", קאביל „nahm an", גאליל „offenbarte"[1], שאדאר „sandte". Afʿel אפריש „lehrte", אחריב „zerstörte", אשכא „fand". Das א in האימאן (ܗܰܝܡܶܢ) „glaubte" ist sehr auffallend. Etpeʿel עתיכגיד „ward ausgebreitet" (ܐܶܬ݂ܡܬ݂ܺܚ), עתיגביל „ward gebildet". Etpaʿal עתחאשאב „dachte sich aus", עתפאראק „ward befreit", עשתאדאר „ward gesandt", עסדאר „ist geordnet". Ettafʿal עתאשפאל „ward erniedrigt", ותהאימאן „und er glaubte" (§. 2).

3. Pers. fem. ליגטאת „sie nahm", ניפקאת „sie ging aus", ניהראת „sie

1) Im Paʿel so immer für גאליא.

leuchtete“; בוטלאת „sie ward abgeschafft“ und בוטנאת „sie ward schwanger“ haben vorne *u*; אחדראת „sie wandte um“, עתניצבאת „sie ward erhöht“.

2. Pers. für beide Geschlechter פסאקת „du versagtest“, בחארת „wähltest aus“, לגאטת „nahmst“ [1]), נחיתת (sic) „stiegst hinab“, כאריבת „logst“ (Paʿel), חאשיבת „dachtest“, אחריבת „zerstörtest“, עתינציבת „wurdest gepflanzt“, עתפאראקת „bist befreit“, עשתאוזאבת dasselbe.

1. Pers. סיגדית „ich betete an“, כידבית „ich log“, חיסרית „ich bin vermindert“, שאלטית „ich bevollmächtigte“ (Paʿel), אזברית „ich erhob“, אשכית „ich fand“ (ܐܫܟܚܬ), עסתאכרית „ich bin abgeschlossen“ (Etpaʿal).

Plur. 3. Pers. m. ganz wie der Sing. [2]) רגאז „sie zürnten“ (ܪܓܙܘ), שקאל „nahmen“, נהאר „erglänzten“, רחום „liebten“, דנא „gingen auf“, (ܕܢܚܘ), שומא „hörten“ (ܫܡܥܘ), פאקיד „befahlen“, wofür seltsamerweise auch פאקאד vorkommt [3]), מאליל „redeten“, עתינציב „wurden erhoben“, עתראגאז „wurden erzürnt“, עשתאדאר „wurden geschickt“, עתאפראש „emanierten“.

Ausser der Form mit erhaltenem ו, welche wir weiter unten betrachten werden, haben wir hier aber noch eine seltsame Nebenform auf ין, die aber dem ו ein י vorhergehen lässt, für welches ich noch keine rechte Erklärung habe finden können [4]). So haben wir כתאבירן ואפרישירן „sie schrieben und lehrten“, לגאטירן „nahmen“, סליקירן „stiegen“, רגאזירן „zürnten“, שומאירן „hörten“ [5]), קאבילירן „nahmen“, ܐܘܠܕܘ „zeugten“ Norb. II, 114.

---

1) Zur Erleichterung der Aussprache wird dafür einmal ein Vokal eingeschoben לגאטית.

2) Auch im Talmud stehen neben Formen mit erhaltenem ו nicht selten solche, welche dasselbe eingebüsst haben; nur hat dann das ו wenigstens den vorhergehenden Vokal gefärbt z. B. זבון „sie kauften“ ab. zara 13b, 24b, כנוף „kamen zusammen“ ebend. 19b, עבוד „thaten“ ebend. 26b, גזור „bestimmten“ 36b und sonst, איגיור „wurden Proselyten“ (öfter, Etpaʿal).

3) Auch bei Norberg s. v. ܦܩܕܘ.

4) Man könnte an eine Zusammensetzung mit הוון, הון denken, aber dies ist wenig wahrscheinlich bei der ähnlich gebildeten Imperativform; oder man kann יי als Bezeichnung eines eigenthümlichen Vokallauts auffassen (etwa *ü*).

5) Museum 66 ist dafür falsch שומירן gedruckt; überhaupt sind in jener Gegend viele Vokalzeichen ausgelassen.

3. Pers. fem. lautet gleichfalls wie der Sing. m. שבאק „sie (die Frauen) liessen“ (ܫܒܩ̈), נפאל „fielen“, נסיב „nahmen“, עתירשים „wurden bezeichnet“, עצטבא „wurden getauft“ (ܐܬܥܡܕ), עתהאימאן „glaubten“. Aber in פראשיאן . . . וי שכינאתא „die Schechina's, welche emanierten“ haben wir eine der eben besprochenen Maskulinform sehr analoge Bildung, welche sich zu ܦܪ̈ܫܝ fast eben so zu verhalten scheint, wie כתאבירן zu ܦܪܫܘ.

2. Pers. m. חאשיבחון „ihr dachtet“ (Paʿel), אשכאחון „fandet“ (ܐܫܟܚܬܘܢ), עתריצתון „standet gerade“ (Etpeʿel), עתאבארתון „seid gebrochen“ (Etpaʿal), עשתאגאשתון „seid verwirrt“, עתאפאכתון „wandtet Euch“ (אפך = ܐܬܗܦܟܬܘܢ).

Für das Femininum steht gewöhnlich die Maskulinform, doch findet sich noch נפילתין „ihr fielet“.

1. Pers. נחיתנין „wir stiegen hinab“ (ܢܚܬܢ), נסאבנין „wir nahmen“, נפאלנין „wir fielen“, קאבילנין „wir empfingen“, חאשיבנין „wir dachten“, אשכאנין „wir fanden“ (ܐܫܟܚܢ), ועשתמאנין „und wir wurden erhört“ [1]).

Imperf. Sing. 3. m. Qal נישקול „er nimmt“, נילביש „legt an“, ניסיב und ניסאב „nimmt“, נילגאט „nimmt“, נישמא „hört“, ניפיל „fällt“. Paʿel ניצאפית „effingat“, נימאכיך „macht eben“ ähnlich ניראוריב „erhebt“. Afʿel נאפריש „lehrt“. Etpeʿel ניתיכריך „wird abgewickelt“, נישתיפיל „wird erniedrigt“, נישתיביק „wird erlassen“, נישתקיל „wird genommen“. Etpaʿal ניתמאכאך „demüthigt sich“, ניתכאמאר „verbirgt sich“, ניתאראב wird gemischt“ (ܢܬܚܠܛ)

3. Pers. f. תינהאר „sie leuchtet“, תיבחוש „sie sucht“, תיפוק „sie geht heraus“, (נפק), תיסאק „sie steigt“, (תִּסַּק von סלק), תיתריץ „sie wird geordnet“ (תִּתְּרֵץ), תיתקאבאל „sie wird angenommen“, תישתאלאט „sie erhält Macht“.

2. Pers. m. u. f. תירחום „du liebst“, תישבוק „du erlässt“, תישקול „nimmst“, תיגחוך „lachst“, (Norb. an derselben Stelle — II, 62 — dafür ܬܬܚܡܣ ܠ), תירגאז zürnst“,— תיחאליף „veränderst“, תיגאליל offenbarst“, תיחאמביל „verdirbst“ — תאגזאר „entscheidest“ — תיתיאקאר „wirst geehrt“.

Die 1. Pers. behält unter allen Umständen ihr ע selbst vor dem א des

1) Mit ו dafür an einer andern Stelle ושתימאנין.

Af'el, vor dem dann ein י eingeschoben werden muss [1]). עגחיף „ich drücke“, עפיל „ich falle“, עחיל ich gebe“, עחות „ich steige nieder“, עסאק „ich steige auf“, עגאלילאך „ich offenbare dir“ (für עגאליל לאך), עיאמריש „ich lehre“ (oft) עתכאמאר „ich verberge mich“.

Plur. 3. Pers. m. ניניהרון „sie leuchten“, ניביהתון „werden beschämt“, ניסיהדון „zeugen“, נימישון „salben“ (ܢܡܫܚܘܢ für ܢܡܫܚܘܢ), ניתביהתון „werden beschämt“, נישתיקלון „werden genommen“, ניתיברון „werden gebrochen“, (נִתְּבְרוּן).

3. Pers. f. נירימזאן „sie (fem.) blinzeln“, sonst immer mit Verlust des ן: ניגיטלא „sie tödten“ (ܢܩܛܠܢ), ניסקא „sie steigen“, ניתקארבא „sie werden genähert“, ניתכאמרא „sie werden verschlossen“.

2. Pers. m. und f. תיליגטון „ihr nehmt“ (ܬܠܩܛܘܢ), תיחיסרון „habt Mangel“, תיביצרון „dasselbe“, תיסיהדון „zeugt“, תיפיחתון „öffnet“ (§. 17), תיסקון „steigt“, תיקאבלון „empfangt“, תיתפארקון „werdet erlöst“.

1. Pers. נישבוק „wir lassen“, ניפוק „wir gehen aus“, ניסאק „wir steigen“, ניתריץ „wir sind aufrecht“ (נִתְּרִץ).

31 *Imperativ.* Bis auf die Nebenformen des Plurals lauten alle Formen gleich; ausser im Qal gleicht der Imperativ ganz der 3. m. sing. Perf. auch in den Passiven.

Sing. m. שקול „nimm“, לגוט „nimm“, תרוץ „bereite“, רשום „zeichne“, סגיד „bete an“, נסיב „nimm“, פתא „öffne“ (ܦܬܚ), שומא „höre“ (ܫܡܥ) — קאביל „nimm“, מאליל „rede“, שאבא „preise“ (ܫܒܚ) — ארכאר „erwähne“, אסיק „lass steigen“, אחית „lass hinab steigen“ (אַנְחֵת), האימין „glaube“, ועהאימאן „und glaube“ (Reflexiv), עתאפראש „lerne“ (Ettaf'al).

Fem. לבוש „lege an“ (ܠܒܘܫܝ), תרוץ „bereite“, עתיכפאר „hebe dich weg“.

---

1) Vergl. von לי׳: עיאסגיא „ich gehe“ und mit Suffixen עיאפקינאכון „ich führe euch heraus“. Diese hartnäckige Bewahrung des *i* im Präfix des Af'el findet sich bei den andern Personen nur in den beiden Beispielen תייאלבשיא „du kleidest ihn an“ und לא תיאהדאר „wende nicht um“. Zu vergleichen sind Chaldäische Formen wie תהודע, תהנזק.

Plur. לגרט „nehmt“ (ܠܩܘܛܘ), נהאר „leuchtet“, שומא und שמא „hört“ (ܪܚܩܘ), ראחיק „entfernt“, אשכא „findet“ (ܐܫܟܚܘ), עתפאראק „befreiet euch“, עזדאהאר „hütet euch“, עתאפראש „lernt“.

Aber auch hier giebt es eine Nebenform auf יון: וסגודיון „und betet an“ [1]), אחריביון „zerstört“ (2 Handschriften), ותראחאמיון „und erbarmt euch“ (2 mal).

Ehe wir weiter gehen, müssen wir noch die Veränderungen angeben, 32 welche die Formen des Verbum finitum erleiden, wenn an sie enklitisch die Präpositionen ל und ב mit einem Pronominalsuffix treten. Zum Theil werden durch diese Verbindung die ältern Formen geschützt, zum Theil entstehen aber auch Abschleifungen.

Die 3. Pers. m. Plur. behält in diesem Falle gewöhnlich die alte Endung ו (aber ohne ן), also גדאלוליא „sie flochten mir“, אמארוליא „sie sagten mir“, אחדרוליא [2]) „sie umgaben mich“, הימאנובא „sie glaubten an ihn“, — שבוקולא „erlasst ihm“, זמרוליא „spielt mir“, עזדאהרוליא „hütet euch mir“ (öfter).

Das ן der 2. und 3. Pers. m. Plur. Imperf. und der 2. Pers. Plur. Perf. fällt in dieser Verbindung ab: נישביקולא „sie erlassen ihm“ (oft), ניקריבולון „sie nahen ihnen“, אמארתוליא „ihr sagtet mir“.

Bei der 1. Pers. Plur. Perf. tritt in diesem Fall der ursprüngliche Vokal *a* wieder hervor, aber das ן fällt ab: די עצטבינאבא „in welchem wir getauft wurden“ (ܕܐܬܥܡܕܢ ܒܗ).

Die 1. Pers. Sing. Perf. kann in diesem Fall ihr schliessendes ת verlieren, vokalisiert dann aber, wie die 3. Pers. Plur., nicht den ersten, sondern den zweiten Radikal [3]): אמארילכון „ich sagte euch“ (= עמרית לכון), אבארילכון

---

1) An dieser Stelle fehlt bei Norberg das י (II, 90).

2) Man würde eher אחדארוליא erwarten mit Bewahrung des Vokals der zweiten Silbe.

3) Vergleiche die Chaldäische Form קְטָלִית oder קְטַלִית = קְטֵלִית z. B. Gen. 4, 23; 20, 5. Der Abfall des ת in der ersten Person ist im Talmudischen häufig z. B. עבדי „feci“ und mit deutlicher Vokalisierung זביני „ich kaufte“ ab. zara 39b.

„ich that euch" (ܥܒܕܬ ܠܟܘܢ), עהאביכלאך „ich gab dir" (§. 39), אפרישילכון „ich lehrte euch".

Bei der zweiten Person kann in diesem Fall wenigstens eine Vokaleinschiebung eintreten z. B. מסאראתלון „du übergabst sie" (ܫܠܡܬ ܠܗܘܢ), שקאראתבון „du betrogst sie" (Variante: שאקראחבון „du betrügst sie" Partic.), לגיטאתלא „du nahmst ihn".

33 Die *Participien* sind ganz die Syrischen: *Qal* act. באטיל „eitel werdend", אחיד „haltend", נאסיב „nehmend", נאטאר „hütend" (ܢܳܛܰܪ), יארא „wissend" (ܝܳܕܰܥ). pass. כתיב „geschrieben", בריך „gesegnet". *Pa'el* act. מקאריב „nähernd", מפאליג „eintheilend". pass. משאלאט „bevollmächtigt", משאלאם „übergeben", מתאקאן „fest"; ähnlich מראוראב „erhaben". *Af'el* act. מאפריש „lehrend", מאשפיל „erniedrigend", מאפיק „herausführend", מארכיר „erwähnend", מאנהאר „leuchtend". pass. מאלבאש „bekleidet", מאפראש „erklärt", מארכאר „genannt". *Etpe'el* מיתינסיב „genommen", מיתריץ „aufgerichtet", מישתפיל „sinkend", מישתיביק „erlassen"[1]). *Etpa'al* מיסתאכאר „eingeschlossen", ähnlich מיתראוראב „erhaben". *Ettaf'al* מיתאפראש „belehrt".

34 Durch die enge Verbindung der Participien mit dem selbständigen Personalpronomen bildet das Aramäische ein neues Tempus. Die Verbindung der Theile ist im Mandäischen noch inniger, als im Syrischen; diese Form ist aber auch überaus häufig. Für die dritte Person steht das blosse Participium, nach Zahl und Geschlecht flektiert. Mit den Pronomen der andern Personen verbindet sich das Particip je in der betreffenden Numerus-, aber immer in der Maskulinform[2]).

Sing. 1. Pers. Aus אנא wird נא, wie in den übrigen Dialekten: סאגידנא „ich bete an" (סָגְדָנָא ܣܳܓܶܕ ܐܢܐ), נאטארנא „ich warte", יארנא „ich weiss" (יָדְעָנָא), חתימנא „ich bin versiegelt", משאבאנא „ich preise" (ܡܫܒܚ ܐܢܐ),

1) Verkürzte Formen siehe oben §. 28.

2) Im Syrischen tritt die Maskulinform für das Femininum nur im Plural der ersten Person ein. Hoffmann pag. 178. — Uebrigens werden zuweilen auch reine Adjektive ähnlich verbunden z. B. אנא ראבנא „ich bin gross" (ܐܢܐ ܪܒ ܐܢܐ), יאקירית „du bist herrlich" (יַקִּיר אַתְּ).

מאפרישנא „ich erkläre", מאסיקנא „ich lasse steigen", מאדכירנא und מא־כארנא „ich erwähne", מיסתימיכנא „ich stütze mich".

2. Pers. Aus אנת, את wird ית, vor welchem der kurze Vokal der Endsilbe, ausser im Afʿel, wegfällt [1]): סאלקית „du steigst" (סָלְקַת), יארית „du weisst" (יָדְעַת), צאבית „du taufst" (צָבְעַת), בריכית „du bist gesegnet", צבייית „du bist getauft", (צביעַת), מיאקרית „du bist geehrt" (ܡܬܝܩܪܬ), משאבית „du bist gepriesen" (מְשַׁבְּחַת), מאדכירית „du erwähnst", מיחאשבית „du denkst" (מִתְחַשְּׁבַת).

Aber wenn ל mit einem Suffix eng antritt, wird der ursprüngliche Vokal *a* bewahrt מאסראתלון „du übergiebst sie", יאהבאתליא „du giebst mir", אמראתלון „du sagst ihnen", יאראתלא „du kennst ihn", משאבשאתלון „du verwirrst sie".

Plur. 1. Pers. Aus אנין bleibt נין: סאלקינין „wir steigen" (סָלְקִינַן), אבדינין „wir thun", תריצינין „wir sind gerade", מטאנפינין „wir sind verunreinigt", מיתכאמרינין „wir sind verborgen". Tritt aber ל oder ב mit einem Suffix daran, so erscheint auch hier wieder der ursprüngliche Vokal *a*: סאלקינאבא „wir steigen darin" (ܣܠܩܝܢܢ ܒܗ), נאסבינאלא „wir nehmen ihn", מאסקינאלכון „wir heben euch".

2. Pers. אנתון und ין ziehn sich zu יתון zusammen: קארביתון „ihr naht euch", שאכביתון „ihr liegt", יאדיתון „ihr wisst" (ܝܕܥܬܘܢ), בריכיתון „ihr seid gesegnet", סמיכיתון „ihr seid gestützt", משאביתון „ihr seid gepriesen" (ܡܫܒܚܝܬܘܢ), מאשכיתון „ihr findet" (ܡܫܟܚܝܬܘܢ).

Als besondere Femininform kommt פאתחיתין „ihr öffnet" vgl. §. 17 (und קאימיתין „ihr steht") vor. Gewöhnlich vertritt das Maskulinum auch hier das Femininum.

Die *Verba* פ״ן assimilieren, wie die angeführten Formen zeigen, meistens 35 ihr נ dem zweiten Radikal, wenn es eng mit diesem zusammentrifft. Selbst נחת bildet עחות „ich steige nieder", אחית „bring herab"; aber נהר bewahrt sein נ immer (נינהאר u. s. w.). Neben ניסקון, תיסקון steht ניניחתון; so ist auch in תינישראך „sie bewahrt dich" das נ durch einen Vokaleinschub bewahrt.

---

1) Ganz so im Neusyrischen ܦܪܩܬ „du endigst". Stoddard a. a. O. 40 u. s. w.

Im Imperativ stehen neben פוק „geht heraus“ (Plur.), סאק „steige“ (fem.) und „steigt“, סאב „nimm“ (fem.) die Formen mit erhaltenem נ: נסיב „nimm“, (Mask.) und נחות „steigt nieder“ (Plur.).

36 Die ursprünglich mit ע anlautenden Verben richten sich ganz nach den allgemeinen Gesetzen, welche diesen Laut betreffen. Wo der erste Radikal im Anlaut eigentlich vokallos wäre, steht א, also אבאר „er machte“ (ܥܒܰܕ), „sie machten“ (ܥܒܰܕܘ), אראב „er ging unter“ (ܥܪܰܒ), אבארת „du thatest“, לאבארת „du thatest nicht“ (§. 10), אבארנין „wir thaten“, אבארון „sie thaten“ (§. 29). Imperat. אבור (Var. אביר) „thut“. Das Imperfekt lautet nach der Regel ניבאר (er ܢܶܥܒܶܕ), תיבאר (du), עבאר (ich), תיברון (ihr). Part. אביר „thuend“. Afʿel: מאביר „thun lassend“ (ܡܰܥܒܶܕ), מאביר „überführend“ (ܡܰܥܒܰܪ). Im Etpeʿel fällt der erste Radikal spurlos weg: עתביר „es ist gethan“ (zweimal = ܐܶܬܥܒܶܕ). Vergl. unten die Verba פ״א und פ״י.

Die sonstigen Verben mit *Gutturalen* brauchen hier nicht näher besprochen zu werden, da auch die wichtigsten von ihnen, die tert. gutturalis, durch die in den Lautregeln und beim starken Verb gegebenen Beispiele hinreichend erläutert sind. Ich bemerke nur noch, dass in der Form לא שמאיתון „ihr hörtet nicht“ und ebenso in dem in einer Abschreibernotiz vorkommenden אנסון „sie schrieben ab“ Verba mit schliessendem ע und ח ganz wie ל״י behandelt werden. Doch möchte ich die Richtigkeit dieser Formen nicht verbürgen; wenigstens in der erstern Form erwartete man שמאתון (ܫܡܰܥܬܘܢ) oder שומאתון, während bei dem späten Abschreiber eine fehlerhafte Bildung nicht auffallend wäre.

37 Die *Verba* פ״א unterscheiden sich nur wenig von den פ״ע. In Fällen, wo der erste Radikal im Perfekt eigentlich vokallos wäre, tritt א ein, aber statt des *i* in der ersten Silbe der 3. Pers. sing. f., 1. Pers. sing. (ניפקאת, סיגדית) haben wir oft ein *a*.

Perf. אמאר „er sprach“ (ܐܶܡܰܪ), אולאת [1]) „sie ging“, אמארת „du sprachst“,

---

1) Aus dieser und andern hier aufgeführten Bildungen sieht man, dass אזל sein ל nicht, wie im Syrischen, in manchen Formen unterdrückt.

עמרית „ich sprach“ neben אולית „ich ging“ (ebenso עתית und אתית „ich kam“)[1], אמאר, ואמאריון „und sie sagten“ wofür einmal sogar ואמרון, אמארתון „ihr s.“ fem. אמארתין, אמארנין „wir“ s.

Imperf. נימאר, ניזאל „er“, תימאר, תיזאל „sie“, תימאר, תיזאל „du“, תיכול „du isst“, עמאר, עזאל „ich“, ניכלון „sie essen“ (mit ל נימרולא und נימארולא „sie sagen ihm“), תימרון „ihr“, ניזאל und ניזיל „wir“.

Imperf. אמור und אמאר „sprich“, אכול „iss“, עזיל (einmal mit Var. עזאל) „geh“, אמארוליא „sagt mir“, אזאלירן „geht“.

Part. אזיל „gehend“, אמאר „sagend“. עסיר „gefangen“.

Im Afʿel erhalten diese Verben, wie im Syrischen, vorne *ai* (איתיא „er brachte“) oder *au* (אוכילתינאכון „ich speiste euch“); doch finden sich von אתא einige Formen mit Suffixen, welche bloss *a* haben: אתייא oder אתיא „er brachte ihn“ (ܐܝܬܝܗ), אתיאן „er brachte mich“ (ܐܝܬܝܢܝ), אתיויא „sie brachten ihn“ (ܐܝܬܝܘܗܝ)[2].

Im Etpeʿel fällt der erste Radikal spurlos weg: מיתמאר „gesagt“ (ܡܶܬܶܐܡܰܪ), מיתפיך „umgewandt“ (אפך), und aus dem so zu bildenden עתסאר „ist gefangen“ wird dann durch die Umsetzung sogar עסתאר (zweimal)[3]. Im Etpaʿal wie in den übrigen Stämmen haben diese Verben nichts Auffallendes z. B. עתאפאכתון „ihr drehtet euch“.

38 Verben mit *mittlerem* א sind mir im Qal und Afʿel nicht vorgekommen. Im Paʿel und Etpaʿal, verwandeln sie ihr א, wie im Syrischen, in י und gehen dann ganz regelrecht: שאייל „frag“ (Impt.), משאייל „fragend“, נישתאיאל „er wird gefragt“, עשתאיאל „ich werde gefragt“, מישתאיאלנא dasselbe (fehlerhafte Variante מישתאיילנא), מישתאילית „du wirst gefragt“ (מִשְׁתַּיְלַת).

39 Die *Verba* פ״י behalten im Qal nicht bloss beim Perfekt, sondern auch beim Imperativ ihren ersten Radikal, wo er vokallos wäre, als ע bei; beginnt derselbe aber eine geschlossene Silbe, so ziehen sie den Vokal *a*, dem sonst hier gewöhnlichen *i* vor, um die Verbindung *yi* zu vermeiden.

---

1) Die Form der ersten Person vor ל mit Suffix siehe oben §. 32.

2) Talmudisch אתיוה „sie brachten ihn“ (öfter z. B. Ab. zara 17b).

3) Vergl. das Talmudische אתחיד, איתמר, אתסר von אחד, אמר, אסר u. s. w.

Perf. עתיב „er sass" (ܝܺܬܶܒ), עליף „lernte" (ܝܺܠܶܦ), עהאב „gab" (ܝܗܰܒ), ערא „wusste" (ܝܺܕܰܥ), „sie wussten" (ܝܺܕܰܥܘ), עקאר „brannten" (ܝܺܩܶܕܘ), יאתבאת „sie sass", יאהבאת „sie gab", יאהבית „ich gab", aber עהאבילאך „ich gab dir". Imperf. נירא „er weiss" (ܢܶܕܰܥ), עהאב „ich gebe" (ܐܶܬܠ), תיתיב „du sitzest". Impt. עתיב „sitze" (ܬܶܒ), ערא „wisse" (ܕܰܥ), aber האב „gieb" (ܗܰܒ). Merkwürdig ist aber die Form אהבאלא „gieb ihm", הבאלאן oder אהבאלאן „gieb uns", dessen א als ein interjektionelles Anhängsel, vielleicht sogar als ein Ueberbleibsel der freilich sonst im Aramäischen ganz verlornen Kohortativendung ־ָה anzusehn ist. Plur. אהבוליא „gebt mir". Im Etpeʿel fällt der erste Radikal (wie א und ע) weg: עתהיב „er ward gegeben", (אִתְיְהֵב, ܐܶܬܝܗܶܒ), תיתהיב „sie wird gegeben", מיתהיב „gegeben", מיתליד „geboren" [1].

Im Afʿel wird der Anlaut regelrecht zu *au*: מאורשאט „ausgebreitet", מאותיב „setzend", מאומינא „ich beschwöre", מהאוליל „jammernd". Doch kommt mit Suffixen nicht selten bloss *a* vor z. B. מאן נאדאן „wer lehrt mich", (ܡܰܢ ܢܰܘܕܥܰܢܝ) und andern Formen, welche unten bei den Suffixen folgen werden; an einer Stelle findet sich sogar in zwei Handschriften gleichlautend עותבאן „er setzte mich" unmittelbar neben אותבון „sie setzten mich".

Im Ettafʿal ist *au* in עתאודא „es ward bekannt".

40 *Verba* ע״ו.

Qal. Perf. 3. Pers. m. קאם „er stand", צאר „er bildete". 3. f. קאמאת „sie stand", זאהאת „sie zitterte" (ܙܳܥܬ). 2. Pers. לאפת „du lehrtest" [2]). 1. Pers. קאמית „ich stand", נימית „ich schlief". Im *Plur.* ist nur die 3. Pers. zu belegen קאם „sie standen" (ܩܳܡܘ und ܩܳܡܘܢ), דאר „sie wohnten" neben לאטון „sie verfluchten" und ohne י קאמון „sie standen".

Im Imperf. fällt der lange Vokal meistens aus, wenn er in offner Silbe

---

1) Im Qal steht ידל für ילד.

2) Aus ילף ist wahrscheinlich durch Vermittlung des Etpeʿels ניתליף, ניתליפון eine neue Wurzel לוף entstanden, deren Substantiv לאופא „Lehre" ziemlich häufig ist. Aehnlich gehn im Neusyrischen ילף und die andern פ״י in die Form ליף u. s. w. über (Stoddard a. a. O. p. 67).

steht. Durchgängig geschieht dies vor Suffixen (siehe unten §. 45): ניקום „er steht“, לא תיהוק לאך „nicht sei (3. Pers. f.) dir angst“ (ܠܐ ܬܥܘܩ ܠܟܝ), עמרת „ich sterbe“, ניקמון „sie stehn“ (ܢܩܘܡܘܢ) neben נימיתון „sie sterben“, נידינון „sie richten“, תיקמון „ihr steht“, תיקמוליא „ihr steht mir“.

Imperat. קום „steh“, צות „höre“, דון „richte“. Plur. קום „steht“ neben תובון „kehrt um“, חוסיון „erbarmt euch“.

Part. קאיום „stehend“, חאיס „sich erbarmend“, צאיאר „bildend“, דאיון „richtend“. -- קאימנא „ich stehe“, קאימית „du stehst“, לאיפית „du lehrst“, דאינאתלון „du richtest sie“, קאימינאן [1] „wir stehn“, מאיתיתון „ihr sterbt“, קאימיתין „ihr steht“ (fem.) — סים „gesetzt“, ליטית „du bist verflucht“.

Vom Etpe'el kommt vor עתאר (אִתְּעַר) „er erwachte“ und „erwache“ (Impt.) und עתניחאת „sie hatte Ruhe“ (ܐܬܬܢܝܚܬ), also sowohl die Syrische Vokalisierung mit *i*, als die Chaldäische mit *á* [2].

Vom Af'el finden sich nur wenige Formen אסים „er legte“ [3], אקים „er richtete auf“, וארימאת „und sie erhob“, אסים „lege“ (Impt.) מארים „erhebend“, מאקים „aufrichtend“. Formen vom Imperfekt siehe bei den Suffixen.

ועתאוזהאת „und sie erbebte“ scheint Ettaf'al zu sein.

Im Pa'el und Etpa'al wird das י nicht anders behandelt, wie ein starker Konsonant, also מקאיים „aufrichtend“, מקאיאם „aufgerichtet“, עתקאיאם „sie wurde aufgerichtet“, ניתקאיאם „er wird aufgerichtet“, מיתקאימית „du bist aufgerichtet“, ניתקאימא „sie (fem.) werden aufg.“ (ܢܬܩܝܡܢ), נילארשא „sie werden verunreinigt“ (dieselbe Form ohne ת) u. s. w.

41 Die Verba ע״ע, welche auf ח oder ה ausgehn, würden in den Formen, in welchen der dritte Radikal den Auslaut bildet, bei der gewöhnlichen Behandlung des Gutturals zu sehr verstümmelt werden; daher hält die Sprache den Schlusskonsonanten dadurch, dass sie ein *a* anhängt; dafür fällt aber der

---

1) Wohl zu verbessern in קאימינך. Es stehen nahe dabei einige Formen mit dem Objektssuffix ינאן „uns“, durch welche der Abschreiber in die Irre geführt ward.

2) Doch findet sich auch im Chaldäischen die Form mit *i*.

3) אסאם „sie legten“ ist wahrscheinlich verschrieben für אסים, oder es ist Qal mit vorgeschlagenem א.

radikale Vokal, wie in ähnlichen Fällen, aus. Wir haben also כחא „sei ruhig" (öfter Impt. von ܢܦܫ); ודהא ועתאזוהא „erschreckt und erbebt" (mehrmals) Impt. *Plur.* Qal und Ettaf'al von ܙܘܥ = ܙܘܥ, עתאזוהא „er erschrak" (Perf. Ettaf'al), ܐܙܕܘܥ bei Norb. I, 106, welches, wie das folgende ܦܿܘܚ (so ist zu lesen) Perfekt sein muss, מארחא „riechend" (Part. Af'el. *Mask.* im *Stat. absol.* zweimal in je 2 Handschriften), כיתאנכחא „er ruht aus" (Impf.). Diese Formen können nicht, woran man zuerst wohl denken kann, als von Nebenwurzeln ל"י abgeleitet angesehen werden, denn sonst müssten sie zum Theil auf יא statt auf א ausgehn.

Die Verben, welche ihr mittleres ו immer als Konsonanten behandeln, wie רהאז „exsultavit", werden natürlich ganz wie die starken flektiert.

42 Die *Verba* ל"י sind auch im Mandäischen stark vertreten und wir können daher die meisten wichtigern Fälle durch Beispiele belegen.

Perf. Sing. 3. Pers. m. Qal חזא „er sah", קרא „rief", אתא „kam", בא „bat" (ܒܿܥܐ). Pa'el דאליא „hob auf". Af'el אסגיא „ging". Etpe'el עתיקריא „ward gerufen" (ܐܬܩܪܝ). Ettaf'al עתאחזיא „ward gesehen".

3. f. מלאת „sie ward voll", שראת „lös'te", אתאת „kam", לאתימסיאת „ward nicht verdichtet" (ܠܐ ܐܬܡܣܝܬ), עדאמיאת „sie glich".

2. Pers. חזית „du sahst", בית „batest" (ܒܥܿܝܬ), ראבית „erzogst" (Pa'el), עתיגלית „offenbartest dich".

1. Pers. חזית „ich sah", סכית dasselbe, קרית „ich rief", עתית und öfter אתית „ich kam", בית „ich bat" (ܒܥܝܬ), ארשית „ich lieh", אסגית „ich ging". Es gleicht also die erste Person ganz der zweiten.

Vor ב und ל mit Suffixen kann die erste Person wieder die alte volle Form יתי erhalten [1]) חריתיבא „ich trieb ihn", איתיתילאלכון „ich brachte euch", ܐܬܝܬܠܟ „veni tibi" (Norb. III, 4). So bildet ein Abschreiber נסיתילא „ich schrieb ihm ab" (von נסח).

---

1) Auch in den Targûmen kommt die volle Form von ל"י nicht selten vor z. B. קניתי Gen. 4, 1 (Onk. Jon.). צליתי, צביתי Cantic. 5, 6. אסגיתי Gen. 18, 31.

Plur. Die 3. Pers. m. geht immer und in allen Stämmen auf רן aus [1]). חזון „sie sahen“, מטון „kamen“, בון „baten“ (ܒܥܘ), אתון „kamen“, מאטון „kamen“ (Pa'el), לא סגון „gingen nicht“ (für לא אסגון Af'el), עתימלון „wurden voll“, עתיקרון „wurden genannt“, עשתבון „wurden gefangen“, עתגאיון „stolzierten“ (גאי), עשתאוון „waren in Ordnung“, עתאחזון „wurden gesehen“.

Vor ב und ל ohne ן: קרולון „vocaverunt eos“, רבובא „wuchsen darin“, עשתאיובא „redeten darin“.

Die 3. Pers. fem. wird meistens durch die Maskulinform ersetzt, doch finden sich die Formen עתימליא „sie wurden gefüllt“, עתיקריא „wurden gerufen“, עודאכיא „wurden gereinigt“; die mit den Syrischen Formen übereinstimmen.

2. Pers. חזאיתון „ihr saht“, אתאיתון „ihr kamt“, עדאכיתון „ihr reinigtet euch“.

Als besondere Feminform kommt vor עגאנדאיתין „ihr seid erschüttert“ (für עתנ").

1. Pers. קראינין „wir riefen“, שאנינין „wir änderten“ und mit der kürzern Endung אודין „wir priesen“.

Imperfectum. Sing. 3. Pers. m. ניקריא „er lies't“, ניביא „bittet“ (ܢܒܥܐ), ניתיא „kommt“, נישאויא (ܢܣܝܡ) „legt“, ניתימחיא „wird geschlagen“, נישתריא „wird gelös't“, ניתפאציא „wird befreit“, נישתאייא „spricht aus“ (ܢܡܠܠ).

3. f. תישריא „sie wohnt“.

2. Pers. תירמיא „du wirfst“, תירניא „du bekümmerst dich“, תיתיא „du kommst“.

1. Pers. עקריא „ich rufe“, עחזיא „ich sehe“, ועריאלאך „und ich weide dir“ (ܘܐܪܥܐ ܠܟ), עיאסגיא „ich gehe“ §. 30.

1) Die vom Qal auch in andern Aramäischen Dialekten beim Perfekt und sogar beim Imperativ (im spätern Chaldäischen vergl. z. B. Deut. 32, 46; 35, 5 Jon. und im Syrischen siehe Hoffmann 224) vorkommenden Formen mit רן haben nur im Mandäischen die Alleinherrschaft erhalten und sich auch auf die andern Verbalstämme ausgedehnt. Einzeln so auch im spätern Chaldäischen, und auch aus dem Talmudischen sind die Formen auf רו ganz verschwunden, während hier freilich kein ן im Auslaut erscheinen kann, da der Dialekt ja fast alle flexivischen schliessenden ן abwirft.

Plur. 3. Pers. m. ניבון „sie bitten" (ܢܒܥܘܢ), ניתון „kommen", ניראלון „erheben", נאסגון „gehn", ניחטובא „thuen ihm Böses", ניחדובא „freuen sich darüber".

Für das Femininum findet sich die einzelne Form נאסגיא „sie gehn", welche wohl *nasg'yâ* auszusprechen sein wird.

2. Pers. תיחזון „ihr seht", תיבון „bittet", תישאנון „ändert", תאסגון „geht", תיתיקרון „werdet genannt".

1. Pers. ניביא „wir bitten" (ܢܒܥܐ).

Imperativ. Sing. m. חזיא „sieh", קריא „lies", בע „bitte" (*be* oder *bi* = ܒܥܐ); aber אתא „komm" [1]. Im Paʿel und Afʿel mit *i* (*e*) wie im Chaldäischen, nicht mit *a*, wie im Syrischen: שאריא „stelle", זאכיא „reinige", אסגיא „geh". Beispiele von Reflexiven fehlen leider.

Fem. wie im Syrischen in den beiden Formen: איתאי bringe" (mehrmals) und עתיגלאי „offenbare dich" (ܐܬܓܠܝ).

Plur. חדון „freut euch", אתון „kommt", בון „bittet", צאלון „betet". Selten ohne ן wie רמו „werft".

Participien. Qal דאמיא „gleichend", קאריא „rufend". Pass. כסיא „bedeckt", מציא „könnend". Paʿel מדאליא „erhebend". Pass. מכאסאי „bedeckt", משאראי „aufgelöst". Afʿel מאסגיא „gehend". Etpeʿel מיתיקריא „genannt", מירמיא „geworfen" (für מיתרמיא §. 28).

Mit Personalpronomen:

Sing. 1. Pers. באכינא „ich weine", באיינא „ich bitte" (ܒܥܐ ܐܢܐ), רמינא „ich bin geworfen", מצינא „ich kann", מאסגינא „ich gehe", מאומינא „ich beschwöre", מישתארינא „ich bin gelös't.

2. Pers. קארית „du rufst", באיית „du suchst", מיתקאשית „du leidest". Ohne Zusammenziehung der beiden *i* (*e*): מצייית „du kannst" (*m'sîyit*), wofür einmal מציית geschrieben wird, und מיתקירייית „du bist genannt". Vor ל bleibt auch hier das *a*, also סאניאתלא „du hassest ihn", ראמיאתלון „du wirfst sie", מזאכיאתלאן „du giebst uns Sieg."

---

1) Also mit *a* wie in den andern Dialekten: אֲתָא Chaldäisch, ܬܐ Syrisch und Neusyrisch (Stoddard a. a. O. S. 74).

Plur. 1. Pers. באיינין „wir suchen".

2. Pers. באייתון „ihr sucht", ראמיתון „ihr werft", מציתון „ihr könnt", שריתון „ihr wohnt".

Das Verbum הוא „sein" erleidet einige Zusammenziehungen. Ich stelle 43 hier sämmtliche Formen dieses Verbums auf, die ich gefunden habe.

Perf. הוא „er war", הואת oder אהואת „sie war"[1], הוית „du warst", הוית oder אהוית „ich war", הון „sie waren" vor ב und ל bloss הו (הוליא „waren mir", הולאך „waren dir", הובא „waren darin").

Imperf. ניהויא „er ist", תיהויא „sie ist" und „du bist", עהויא „ich bin", ניהון „wir sind"[2], תיהון „ihr seid", ניהויא „wir sind".

Von den bei Norberg häufigen verkürzten Formen des Singulars und der ersten Person Plur. finde ich nur ein Beispiel ניהע „er ist" (Syrisch ܢܗܐ = ܢܗܘܐ, Chaldäisch, Samaritanisch יהי).

Impt. הויא „sei", הון „seid", הוליא „seid mir", הולא „seid ihm".

Part. האוית „du bist", האויאתלא „du bist ihm".

Von den s. g. Verben ע"ע sind die allein vom starken Verbum abwei- 44 chenden Stämme Qal und Afʿel (nebst ihren Reflexiven) ziemlich schwach vertreten. Die Formen sind aber den entsprechenden Syrischen gleich.

Perf. פאס „er zerstörte", אלאת „sie ging ein" (ܥܠܠܬ), מאכת „du ebnetest", פאסת „du zerstörtest", אלית „ich trat ein", פאסית „ich zerstörte", אשארנין „wir machten fest", אשאר „sie machten fest".

Imperf. ניול (für נייול, ܢܥܘܠ) „er tritt ein", נאשאר „er macht fest", תיחוך „du reibst", תייול „du trittst ein", ניעיול (sic) „wir gehen ein". (§. 5)

Imperat. עול „tritt ein", אשאר „macht fest" (Plur.).

Part. איל „eintretend" (ܥܐܠ), איילין „zu ihnen eintretend", (ܥܐܠ ܠܗܘܢ), מאשאר „fest machend", מאיל „einführend" (ܡܥܠ), פאיסית „du zerstörst", פאיסאתלון „du zerstörst sie".

---

1) Das א in dem zweimal vorkommenden לא הואתאלא צאותא „ihm war keine Gesellschaft", weiss ich nicht genügend zu erklären.

2) Auch im Syrischen ܢܗܘܢ neben ܢܗܘܘܢ. Hoffmann p. 176.

Die Formen מאמַלילית „du redest", מאמליליתן „ihr (fem.) redet", welche wie aufgelöste Afᶜel-Formen aussehen, scheinen mir nur durch Vokalverschiebung aus ממאלילית, ממאליליתין entstanden, um so mehr, da sonst nur das Paᶜel (מאליל) im Gebrauch ist.

Verbum mit Objektsuffixen.

45 Die Suffixe des Singulars treten unmittelbar an das Verbum, die des Plurals setzen davor die Silbe ינ, welche im Chaldäischen auch bei den Singularsuffixen üblich, im Syrischen nur beim Suffix der 3. Pers. Plur. (ܐ̱ܢܘܢ) gebräuchlich ist. Die Pluralsuffixe verbinden sich weniger eng mit dem Verbum und haben weniger Einfluss auf die Vokalveränderungen in demselben, als die das Verbum vielfach umgestaltenden kurzen Suffixe.

Der kurze Vokal der Endsylbe des Verbums fällt gewöhnlich aus, nur im Afᶜel ist er etwas zäher. Die dritte Person Sing. Perf. m. im Qal erhält vor Singularsuffixen die Form ליגט (nicht לאגט) für לגאט Plur. ליגטר. Imperat. ליגט oder לוגט Plur. ליגטר oder לוגטר. Die 2. und 1. Person, sowie das Femininum der 3. Pers. Sing. Perf. lauten gleichmässig לגאטת, analog in den andern Verbalstämmen. Nur bei den Verben tert. ח tritt hier ein Unterschied ein, indem nach §. 16 das ח vor dem ת des Femininums bewahrt wird (פתאחתא „sie öffnete ihn"), während es sonst wegfällt (שאבאתא „ich pries ihn"). Die erste Person Pluralis im Perfekt lautet vor Suffixen bloss auf ן (nicht auf נאן oder נין) aus. Die Endung der 2. Pers. Plur. Perf. תון scheint, wenn man aus einem Beispiel schliessen darf, vor Suffixen ihr ן zu verlieren. Die 3. Pers. Plur. im Perf. und Imperat. lautet vor Suffixen stets auf ר aus.

Die Verba ע״ו verlieren im Imperfekt und Imperativ, besonders im Afᶜel, gewöhnlich ihren Wurzelvokal. Die Verba ל״י machen den Auslaut יא vor Singularsuffixen stets zum Konsonanten י. Ebenso wird der Auslaut der 3. Pers. sing. Qal vor den Suffixen der dritten und zum Theil der ersten Person Singularis behandelt, so dass aus חזא wird חזִי. Als Pluralendung der 3. Pers. Perfekt und Imperat. erscheint vor Singularsuffixen meistens יר selbst im Qal [1]).

1) Diese Formen gehen beim Qal von den im suffixlosen Verbum ganz verschwundenen Intransitivformen auf י Plur. יר aus, welche sich hier nun auch über die

Der ursprüngliche Diphthong wird bei dem Rücktritt in offne Silbe in der Endung der 2. Pers. Sing. und 1. Pers. Plur. Perf. gewöhnlich, jedoch nicht immer, wieder hergestellt; und auch die erste Person Sing. erhält zuweilen einen Diphthong, der ihr eigentlich gebührt.

Die Gutturale werden im Auslaut ganz nach den allgemeinen Regeln behandelt. Nur die Verba tert. ח, welche zugleich ע״ו sind, erhalten ihr ח z. B. עיאנחא „ich beruhige ihn" (ܐܢܝܚܗ), אזאחינון (sic) „er vertrieb sie", מארחינון „sie riechen lassend" (Part.).

Für die Femininformen treten vor Suffixen durchgängig die des Maskulinums ein, ausser in der 3. Pers. Sing. des Perfekts und Imperfekts.

3. Pers. Sing.

Das eigentliche Suffix des Maskulins ist nach Vokalen יא (*ye*?), nach Konsonanten יא (*e*), wofür aber häufiger bloss א geschrieben wird, so dass dann das Maskulinsuffix äusserlich nicht vom Femininsuffix zu unterscheiden ist; denn dieses lautet nach Vokalen יא (*ya*), nach Konsonanten א (*a*). Da auch die Verbindung beider Suffixe mit dem Verbum genau denselben Gesetzen folgt, so haben wir uns erlaubt, die Beispiele unter einander zu stellen. Von dem ursprünglichen ה dieser Suffixe ist keine Spur mehr vorhanden, ebensowenig von den mancherlei Veränderungen, welche sie im Syrischen in der Verbindung mit verschiedenen Verbalformen erleiden. 46

I. Antritt der Suffixe an das Verbum ohne Endung. *a*) Perf. גיטלא „er tödtete ihn", שיקלא „nahm sie", ליגטא „nahm sie", עפכא „verkehrte ihn", פיחתא „öffnete ihn" (§. 17), פאלגא „theilte ihn" (Pa'el), חאנאנא „war gütig gegen ihn" (Pa'el §. 9), אלבשיא „bekleidete ihn", אילא „führte ihn ein" (Af'el §. 15 Anm.). Von ל״י: קירייא „rief ihn", רימיא „warf sie", חיזיא „sah ihn"[1]), כאסיא „bedeckte ihn" (Pa'el), אמטייא „brachte ihn her", אתייא und אתיא „brachte ihn". *b*) Imperf. ניניטרא „er bewahrt ihn", נאלבשיא „bekleidet ihn", תיחישבא „du rechnest es", תאבדא „lässt ihn thun" (ܠܥܒܕܗ), עחישבא „ich rechne ihn", עברא „ich überschreite ihn" (ܐܥܒܪܗ), ניסאכריא „wir schliessen

Transitiva verbreiten. In den andern Stämmen ist die Herstellung des יי für ך vor Suffixen ganz in der Ordnung.

1) Vergl. Talmudisch חזייה „er sah ihn", שרייה „er erlaubte ihn" (ab. zâra 49b).

ihn ab". Von ע״ו: כוליטא „er verflucht ihn", תיליטא „sie verflucht ihn", עכינא „ich richte sie auf" [1]) — נאקמא „er stellt sie", תאקמא „du stellst ihn", עיאנחא „ich beruhige ihn". Von ל״י: ניכיסייא „er bedeckt es" (nekesye), ניחזיא (nehezye) „er sieht ihn", ניכאסייא „er bedeckt ihn" (Paʿel), ערימייא „ich werfe ihn" (Var. ערימיא), נינשיא „wir vergessen ihn", נישיביא „wir fangen ihn". *c*) Imperativ כופרא „streich ihn aus", צובא „taufe ihn" (ܨܒܘܥܝܗ̇), ציבא „taufe sie", לוטא verfluche ihn", אקמא „richte sie auf", הוזיא „sieh ihn".

II. Antritt der Suffixe an die Endungen ת, ן, תון.

שארגיזתא „sie erzürnte ihn", לאטתא „sie verfluchte ihn", פתאחתא „sie öffnete ihn". — לגאטתא „ich nahm ihn", גחאפתא „ich drückte ihn", שאבאחא „ich pries ihn" (ܫܒܚܬܗ̇), אשכאחתא „ich fand ihn", חזאיתא „ich sah ihn", שאויתא und שאואיתא (ohne Unterschied unmittelbar neben einander) „ich setzte ihn". — אכפינתא „du liessest ihn hungern", פאריקתא „du rettetest sie", נשיתא „du vergassest ihn". — לגאטנא „wir nahmen ihn", חזאינא „wir sahen ihn". — שאניתויא „ihr habt ihn verändert".

III. Antritt der Suffixe an die Endungen ו und ון.

a) Perf. שימויא „sie hörten ihn" (ܫܡܥܘܗܝ), יאהבויא [2]) „gaben sie", פאלגויא „theilten ihn" (Paʿel), שאבויא „priesen ihn" (ܫܒܚܘܗܝ), לאטויא „verfluchten ihn", קירויא „riefen ihn", רימויא „warfen ihn", תיליויא „hängten sie" [3]), כאסויא „bedeckten ihn", אתויא „brachten ihn" (öfter).

Für das Femininum fällt hier in den Formen שאדרו „miserunt eam" (ܫܕܪܘܗ̇, neben שאדרויא nahe dabei in derselben Bedeutung) und כיתבו oder כידבו „scripserunt eam" (an mehreren Stellen und so hat auch Norberg III, 196 in einer fast wörtlich gleichen Verbindung ܟܬܒܘܗ̇) das Suffix selbst ganz ab; das auslautende ו genügt aber zur Unterscheidung der Form von der suffixlosen.

b) Im Imperat. עסריא וחוטמויא „bindet sie und versiegelt sie", סומויא „legt ihn", אלבשויא „bekleidet ihn", אחליפויא „bringt ihn vorüber", רימויא und רומויא „werft ihn", כאסויא „bedeckt ihn", אמטויא „bringt ihn".

---

1) Von כון oder כנן.

2) Das *a* der ersten Silbe steht hier, wie oben §. 39.

3) Vergl. Talmudisches חזיוהי „sie sahen ihn" ab. zâra 18b.

c) Imperf. ניכאחרוניא „sie fesseln ihn", נישאילוניא „fragen ihn", ניתלונא „geben ihn", ניקאימונא „richten ihn auf", ניבונא „suchen ihn", תיכאירונא „ihr tadelt ihn", תאפקונא „ihr bringt ihn heraus".

Plur. [1]) Das Pluralsuffix bleibt nicht, wie im Syrischen, getrennt stehn, 47
sondern verbindet sich, wie im Chaldäischen, als יכון, יכין eng mit dem Verbum, lässt jedoch die Form desselben, bis auf den Wegfall der meisten kurzen Vokale in der letzten Silbe [2]), ganz unverändert. Nach י und ו tritt, wie im Chaldäischen, bloss כון, כין [3]) an; bei ון ziehen sich beide נ zu einem zusammen. Das Maskulinsuffix steht sehr oft für das des Femininums; die Behandlung beider Suffixe ist ganz gleich; wir stellen daher auch hier die Beispiele für beide Geschlechter durch einander.

I. Antritt an konsonantischen Auslaut.

נכאסינון „er schlachtete sie", כאנשינון „er sammelte sie", אותיבינון „er setzte sie", אשכינון „er fand sie" (אַשְׁכְּחִנּוּן), אנדינון „er bewegte sie", (von נדד oder נוד), אזאחינון „er vertrieb sie". — נאסקינון „wir lassen sie steigen". — לגיטינון „nimm sie", פארקינין befreien sie", פאקדינין „befiehl ihnen", זאהרינין „warne sie", אותיבינון „setze sie", אחדארינון „führe sie zurück", אסקינין „lass sie steigen", שאוזבינין „befreie sie". — אקימתינון „sie richtete sie auf", תאבירתינון „sie zerbrach sie", אחריבתינון „sie zerstörte sie". — כתאבתינון „ich schrieb sie", באטילתינון „ich vereitelte sie", שאביתינון „ich pries sie" [4]), אחזיתינון „ich sah sie". — תראצתינון „du hast sie aufgerichtet".

---

1) Für die folgenden Personen ist es weder nöthig, noch möglich, so viele Beispiele zu sammeln, wie für die dritte Sing.

2) Im Af'el bleibt der Vokal der zweiten Silbe auch hier meistens.

3) Auch im Syrischen kann im Verse die erste Silbe von ܐܢܘܢ wegfallen z. B. ܬܠܐ ܐܢܘܢ *t'lô nun* (2 silbig) ܢܩܢܐ ܐܢܘܢ *ikanné nun* (4 silbig) bei Afrem. — Talmudisch נהו, נהי mit Erhaltung des ursprünglichen ה nach dem Vorsatz אִן (vergl. §. 25).

4) Vor ינון fällt das *i* der ersten Person (שאבית = ܫܒܚܬ) nicht weg, wie vor א (שאבאתא „ich pries ihn" = ܫܒܚܬܗ).

II. Antritt an vokalischen Auslaut und ין.

קרינון „lies sie", אשקינון „tränke sie", מאיתינון „sie bringend" [1], שקאלונון „sie nahmen sie", רמונון „sie warfen sie", קרונון „riefen sie", חזונין „sahen sie", חתימונין „versiegelt sie", נאטרונין „bewahrt sie", סומונון [2] „setzt sie". — נינטרונין „sie bewahren sie", תאחליפונין „ihr bringt sie vorbei". Hierher ist denn auch noch צבינין „baptiza eas" zu ziehen, wobei צבי (= ܨܒܥ, ܨܒܘܥ) als ein einfach mit einem Vokal schliessendes Wort angesehen wird, ohne Rücksicht auf den abgefallnen Guttural.

48 2. *Person. Sing.* Das Suffix ist, wie im Syrischen, nach Konsonanten אך, nach Vokalen ך. Beispiele einer abweichenden weiblichen Bildung liegen nicht vor.

ליגטאך „er nahm dich", שיחלאך „sandte dich" (§. 17), חזיאך „er sah dich", ניבירכאך „wir segnen dich", ניאקראך „wir ehren dich", נישאבאך „er preist dich" (ܢܫܒܚܟ), עפארקאך „ich befreie dich", עיאפרישאך „ich belehre dich", ܝܩܪܢܟ „te honoravimus" (Norb. III, 264), ܕܟܪܢܟ „te commemoravimus" (Norb. I, 290). — שאדרוך „sie sandten dich", אותבוך „sie setzten dich", לא גארוך ענשיא „non adulteratae sunt tecum mulieres", קרוך „sie riefen dich", (öfter), שאויוך „sie setzten dich", נישאבונאך „sie preisen dich".

49 *Plur.* Die eigentliche Endung ist יכון (Chaldäisch ־ְכוֹן), wofür aber meistens ohne Unterschied der Bedeutung nach §. 9 יאכון eintritt; nach Vokalen bloss כון, כאכון. Die möglichen Fälle sind längst nicht alle zu belegen, da für diese langen Pluralsuffixe noch häufiger, als für die des Singulars, die Umschreibung mit ל (לכון, לון) eintritt.

ניחשאבינאכון „er rechnet euch", עיאפקינאכון „ich führe euch heraus", נישאילינאכון „er fragt euch", עליפינאכון „ich lehre euch" (Af'el von לוף). — גראבתינכון „ich plünderte euch", אודיתינכון „ich machte euch bekannt" (ܐܘܕܥܬ + כון), אוכילתינאכון „ich speiste euch", אסגיתינאכון „ich machte euch viel", שאבישתינאכון „ich verwirrte euch" [3]). — עבנינאכון „ich baue euch".

1) Participien mit Objekt- wie mit Possessivsuffixen sind sehr selten.

2) Norberg hat an der entsprechenden Stelle ܣܘܡܘܢܘܢ (II, 90).

3) Norberg hat dafür an der entsprechenden Stelle II, 104, das Suffix ܢܟܘܢ, wie er überhaupt gewöhnlich das א hier weglässt.

Das Maskulinum vertritt gewöhnlich auch das Femininum, doch finden sich an einer Stelle unter lauter Maskulinformen: תאבריכין „sie fährt euch über", (תַּעְבְּרִנְכִין), ניקאימתאכין „sie richten euch auf".

1. *Person. Sing.* Das Suffix ist nach Konsonanten אן, nach Vokalen ן. 50 Jede Spur des schliessenden *i* ist verschwunden.

I. Antritt an das Verbum ohne Endung.

a) Perf. לינטאן „er nahm mich", עסראן „band mich", אשפלאן „stürzte mich", אותבאן „setzte mich", אשמאן „liess mich hören" (ܐܫܡܥܢܝ), קאימאן „richtete mich auf". — Von ל״י סינאן „hasste mich", ܡܛܐܢܝ (d. i. מיטיאן. Norb. III, 262) „erreichte mich", aber daneben קראן „rief mich", ܫܕܢܝ „warf mich" (Norb. III, 260 etc.); ראביאן „erzog mich", חאויאן „zeigte mir", שאריאן „setzte mich", אתיאן „brachte mich". *b*) Imperf. תיכלאן „sie frisst mich", נאפרישאן „er belehrt mich", נאראן (ܢܕܪܝܢܢܝ) dasselbe. *c*) Imperat. תוקלאן „wäge mich", חושבאן „rechne mich", ציבאן „taufe mich" (ܨܒܘܥܝܢܝ), אסקאן „lass mich steigen", אבראן „führe mich über" (ܐܥܒܪܢܝ)[1]. Von ל״י עוניאן „antworte mir", אסיאן „heile mich" (Paʿel).

II. Antritt an die Endung ת:

לאכאלתאן „sie ass mich nicht", סנאתאן „sie hasste mich", פסאקתאן „du entferntest mich", קראיתאן „du riefst mich", ראחיקתאן „du entferntest mich".

III. Antritt an die Endungen ו und ון: ניצבון „sie erhöhten mich", שיחלון „sandten mich" (§. 17), אסרון „banden mich", קאימון „stellten mich auf", זאודון „versahen mich mit Reisekost", אותבון „setzten mich". — סיניון „hassten mich", מיחיון „schlugen mich", חיזיון „sahen mich"; aber daneben קרון „sie nannten mich"; כאסיון „bedeckten mich" (Paʿel).

Plur. Das Suffix ist ganz nach Analogie der 2. und 3. Pers. ינאן, nach Konsonanten נאן[2]. Der Einfluss desselben auf die Vokalisation des 51

---

1) In זיבנין und זובנין (neben einander) „kaufe mich" und צובין neben צובאן „taufe mich", ist ין statt אן, welches neben dem Syrischen ܨܒܘܥܝܢܝ nicht befremden kann.

2) Chaldäisch ־נָא z. B. יוֹכְלִנָּנָא Num. 11, 4. Auch im Samaritanischen kommt נן als Objektsuffix vor.

Verbums ist nicht grösser, als der der andern Pluralsuffixe. Bei der Endung ין ziehen sich die beiden נ zu einem zusammen.

I. Antritt an konsonantischen Auslaut: רשאמינאן „er zeichnete uns“, נאלבישינאן „er bekleidet uns“, תישאתפינאן „du machst uns zu Genossen“, תידנינאן „du richtest uns“, פארקינאן „befreie uns“, קאימינאן „errichte uns“, פאקידתינאן „du befahlst uns“, מליתינאן „du erfülltest uns“, חאויתינאן „du zeigtest uns“, אפיקתינאן „du führtest uns heraus“, לאפתינאן „du belehrtest uns“, אקימתינאן „du errichtetest uns“.

II. Antritt an Vokale und an ין:

תישדינאן „du wirfst uns“, נכאסינאן „er bedeckt uns“, חזינאן „sieh uns“[1]. — ראדפונאן „sie verfolgten uns“, חאסידונאן „sie schmähten uns“, דחונאן „sie stiessen uns“, נישאילונאן „sie fragen uns“, נאהיקונאן „sie ängstigen uns“, ניחזונאן „sie sehen uns“.

Nomen.

52 So wünschenswerth eine Uebersicht der im Mandäischen vorkommenden Nominalstämme wäre, so ist eine solche doch schon wegen des Mangels brauchbarer lexikalischer Vorarbeiten unmöglich, zumal bei dem beschränkten Umfang der Quellen, welche uns zu Gebote stehen.

53 Wir gehen daher sogleich zur Flexion über.

Die Formen des übrigens nicht zahlreich vertretenen Status absolutus haben nichts Auffallendes; die Wörter auf ות verlieren, wie im Syrischen, ihr ת z. B. צבו „Sache“. Die gewöhnliche Femininendung ist א; im Plural hat das Maskulinum ין, das Femininum אן, für welches aber beim Adjektiv oft bloss א eintritt, z. B. מאיתא *θνήσκουσαι*, סאלקא „steigende“ (Frauen). Das ן fällt ferner bei אן und ין regelmässig ab, wenn ein ב oder ל mit Suffix sich eng anhängt.

Der Status constructus gleicht im Singular Mask. dem Status absolutus: דנאב אלמיא „Ende (Schwanz) der Welten“, ראז ראזיא „Geheimniss der Geheimnisse“, בדארא דור בישיא „in der Wohnung, der Wohnung der Bösen“[2].

1) Hierher ist auch צבינאן „taufe uns“ zu ziehen, wie oben צבינין.

2) Die Vereinfachung des Diphthongs in geschlossener Silbe, wie im Syrischen; vergl. oben §. 6.

Die Femininendung auf א tritt in der ursprünglichen Form את auf z. B. חארואת ליבא „Freude des Herzens", גינאת עדאניא „der Garten Eden"; auch die auf ות behalten ihr ת z. B. ראחמות כושטא „Liebe zur Wahrheit". Nur das wie eine Präposition gebrauchte בדמו, בארמו „instar" ist immer ohne ת z. B. בארמו עכארא „gleich dem Landmann" (בִּדְמוּת אִכָּרָא).

Im Plural der Maskulina wird der Diphthong *ai* wie im Hebräischen und Chaldäischen zu יא zusammengezogen z. B. תיריא חשוך „Thüren des Dunkels" (ܬܪ̈ܥܝ, תַּרְעֵי), בניא שורבא „Söhne des Geschlechts" und so oft בניא oder אבניא, בחיריא זידקא „Erwählte der Gerechtigkeit" (Sing. בחיר זידקא), Femininform ist את: בנאת „Töchter".

Endung des Status emphaticus im Singular Mask. ist א, fem. תא. Aber eine Reihe von Adjektiven, welche vor ת einen Konsonanten haben, bilden dafür תיא nämlich ראבתיא „magna" (oft), חדיתיא „nova", שינתא כארירתיא „langer Schlaf", האתיקתיא „antiqua" (ܥܰܬܺܝܩܬܳܐ), חורינתיא [1]) „alia" (ܐܚܪܬܐ). Hierzu kommt noch das Substantiv חאזורתיא „Schwein". Diese Formen, denen gewöhnlich gebildete wie קאיאמתא „erecta", אקארתא „unfruchtbare" (Frau) חארתא „ingenua", קארמאיתא „prima", ראמתא „alta" (als Substantiv: die Höhe), gegenüberstehen, dürfen durchaus nicht, wie Lorsbach [2]) will, für Pluralformen gelten.

Im Plural ist die Endung Mask. יא, Femin. אתא.

Die inneren Veränderungen, welche die Nomina beim Antritt der Endungen א, את, יא, ין, אן, אתא erleiden, d. h. besonders der Wegfall der kurzen Vokale vor dem letzten Radikal in offner Silbe, folgen ganz den Syrischen Gesetzen, (z. B. von אמאר „sagend" אמרא, אמריא, אמרין, אמראן, von קאים „stehend" קאימיא, von שאיל „fragend" שאילין u. s. w.) und wir können daher weiterer Beispiele entrathen. Dass sich die kurzen Vokale aber in manchen Fällen, namentlich den Participien des Afʿel, auch in offner Silbe

54

---

1) Mask. חורינא (cfr. אָחֳרָן, חורן und ܐܚܪܢ), Plur. חוריניא. ܐܚܪ̈ܢܝܬܗܝܢ, bei Norberg öfter als Femininum vorkommend, ist gewiss mit dem Suffix הין gebildet, also eigentlich „alia earum".

2) Museum S. 44.

erhalten, ist aus den oben §. 9 angeführten Beispielen klar z. B. מהאימיניא „die Gläubigen" (neben מהאימניא), מאמידילון „baptizantes eos" (ܡܥܰܡܕܺܝܢ ܠܗܘܢ). Dagegen verlieren auch die Participien des Afʿel von ע״ו in offner Silbe ihren langen Vokal; wenigstens findet sich zweimal מאקמילין „erigentes eas" (ܡܩܝܡܝܢ ܠܗܝܢ).

Die Participien vom Etpeʿel erhalten im Einklang mit der sonstigen Vokalisierung des Stammes beim Antritt der Endungen nach dem ersten Radikal nicht *a*, sondern *i* z. B. מיתמילכיא „berathende", מיתגיטליא „getödtete". (מיתגאטלא an einer andern Stelle ist Etpaʿal).

Von פלאן „aliquis" ist das Femininum פלאניתא [1]); ebenso ist als Maskulinum von מאנהאראניתא anzusetzen מאנהאראנא.

Die Wörter יאם „Meer", אם „Volk" trennen im Plural die Doppelkonsonanz am Ende durch das ursprünglich in allen Semitischen Sprachen der Pluralendung vorhergehende *a*, also אמאמיא (ܥܡ̈ܡܐ עַמְמִין עֲמָמִים), יאמאמיא (ܝܡ̈ܡܐ). Vergl. §. 9.

55 Die Bildungen der Wurzeln ל״י lassen vor den Endungen א, אן, אתא ihren Auslaut zum Konsonanten י werden, also קאריא „der Leser", (ܩܳܪܝܳܐ), כאסיא [2]) רבא „der verborgene Herr", כאסיאתא „absconditae", צאביא „βουλομένη (ܨܳܒܝܳܐ), האריאן „οὖσαι", באכיאן „δακρύουσαι", מאסיגיאן „gehende (Frauen)".

Im Plural werden יא und ין mit dem Auslaut verschmolzen, also קאריא „legentes", שאניא „splendidi", האוין ὄντες, צאבין „volentes", מיתראבין „crescentes", מיתיקרין „vocati" [3]).

Allein die Bildungen mit ursprünglich langem *î* bewahren dies oft. So finden wir neben רמין „projecti" und שרין „habitantes" noch מצײין „könnende" und ebenso מצעייא [4]); auch קרעיא „vocati", אנייא „miseri", סאגייא „multi",

1) Also wie im Syrischen ܦܠܢ, ܦܠܢܝܬܐ.

2) Intensivbildung כַּסִּי. Fem. כאסיתא.

3) Dafür steht zweimal das nicht wesentlich verschiedene מיתקירין und einmal selbst מיתקירײן. Norberg hat an den entsprechenden Stellen immer ܡܬܩܪܝܢ.

4) Vergl. oben מצײית „du kannst" (§. 42).

ראויא כאסייא „verborgene Geheimnisse" sind so aufzufassen und ihr Auslaut ist *iyê* zu lesen (§. 5).

Eine analoge Singularbildung ist שרעיא „wohnende" (Frau) an zwei Stellen in je zwei Handschriften.

Einige zu Substantiven gewordene aktive Participien bilden ihren Plural, wie im Syrischen, mit der Endung אן (אתא), indem sie ihr י in ein ו mit vorlautendem *a* verwandeln (wie ܐܣܘ̈ܬܐ, ܐܣܘܬܐ): אנאת אסיא וי אלאוי אסאואתא ומדאליא וי עלאויא מדאלאואתא „du bist ein Arzt über allen Aerzten und ein Erheber über allen Erhebern".

Die Wörter auf ות haben natürlich im Plural ואן (ואתא), aber die Gesetze, nach welchen im Syrischen vor dem ו ein *a* stehen oder fehlen muss, werden im Mandäischen nicht inne gehalten. Ohne *a*: גאבארואתא „Wunder" (*δυνάμεις*), שיטואתא „Thorheiten"; mit *a*: מאלכאואתא „Königreiche", טאבאואתא „Güter", זאכאואתא „Reinheiten", דמאואתא „Bilder". 56

Von לילית „Nachtdämon" kommt regelrecht ליליאתא, ebenso מארגאניאתא von מַרְגָּנִיתָא.

Uebersicht einiger abweichenden Substantivformen: 57

אב „Vater", Plur. אבאהאתא.

אחאתא „seine Schwester" (mit Suffix א), Plur. אחואתא [1].

עניש „Mann" (Talmudisch איניש d. i. אֱנָשׁ), Stat. emph. אנאשא oder vielmehr בר אנאשא, Plur. אנאשיא oder בניא אנאשא.

ענתא „Frau" (אִנְתְּתָא), Plur. ענשיא (נְשַׁיָּא, ܢܫ̈ܐ) oder בנאת אנאשא. Aber eine ganz eigenthümliche Form ist אתואת „Weib", welches als *Singularis* und zwar als *Stat. absol.* erscheint z. B. כוי אתואת וי יאלדא לא מראביא „wie ein Weib, welches kein Kind aufzieht"[2]).

ארקא „Erde", Plur. ארקאהאתא.

באיתא oder בינתא [3]) „Haus", Stat. constr. בית, Plur. באתיא.

ברא „Sohn", Stat. constr. בר, Plur. im Stat. constr. und emph. בניא, אבניא oder עבניא.

---

1) Von אַח kommt der Plural אחיא, mit Suffix אחאי „meine Brüder" vor.

2) Vergleiche bei Norberg II, 94, 88 und III, 142, wo er es falsch durch „signum" übersetzt.

3) Auch mit Suffix בינתאך „dein Haus".

בראתא „Tochter" (Chald. בְּרַתָּא) [1], Stat. constr. פאת, פת, Plur. Stat. constr. בנאת.

עדא „Hand", Stat. constr. יאד, Plur. עדיא und עדאהאתא.

מאי „Wasser", Stat. constr. und emph. מיא.

מינילתא „Wort", Stat. constr. מינילאת, Plur. מיניליא (§. 19).

מארא „Herr", Stat. constr. מאריא, Plur. מאריואן (so einmal), מאראואתא.

ריש „Kopf", Plur. רישאואתא und רישואתא dicht bei einander.

שיתא „Jahr", Stat. constr. עשנאת, Plur. שניא.

שומא „Name", Stat. constr. שום, Plur. שומהאתא [2]).

Von ܣܶܦܬܳܐ „Lippe" kommt die Pluralform עספיא und סבאהאתאן (sic) „unsere Lippen" vor.

Ein Beispiel einer Genitiv-Verbindung, in der das *zweite*, nicht das erste Glied das Pluralzeichen annimmt, haben wir in מאיתיא ריש מאשכניא „es sterben die Schulhäupter" [3]).

Nomen mit Possessivsuffixen.

58 Das Eigenthümlichste bei dem Mandäischen Nomen mit Genitivsuffixen ist die Vermischung der Numeri. Es giebt wenige männliche Plurale mit einem Suffix, welche nicht auch als Singulare erscheinen könnten; auch die Feminina im Singular und Plural können die Suffixe in der Form annehmen, welche durch Verschmelzung derselben mit der Endung des Maskulinplurals entsteht [4])

Bei der 1. Pers. Sing. war die Annahme einer stärkern Endung (*ai*) für das ganz wegfallende *i* nicht so unpassend. In der 2. Pers. zieht schon das Chaldäische die Endung ַיִךְ oft zu ָךְ zusammen und macht so Plural- und Singularsuffix gleich. Das im Mandäischen durchgeführte Streben, Di-

1) Neusyrisch ܒܪܵܬ݂ܐ Stoddard 116 (was wohl besser ܒܪܵܬܼܐ zu schreiben wäre).

2) Es wird wohl שומאהאתא zu lesen sein. אַמְתָא „Magd" hat den Plural ohne ה: אמאתא.

3) So erwähnt auch Petermann S. 465, dass der Plural von rêsch amma (ריש אמא) „Haupt des Volks" rêsch ammi (ריש אמיא für ריש אמאמיא) ist.

4) Beim Plural kommt dies auch im Chaldäischen vor und ist im Hebräischen bekanntlich herrschend.

phthonge in geschlossnen Silben ganz zu vermeiden, hat eine ähnliche Wirkung bei der 1. Pers. Plur. (wo auch das Chaldäische gewöhnlich ohne Noth Singular und Plural in der Endung ־ָנָא vermischt). Der Verlust des Unterscheidungszeichens der 3. Pers. am Plur. (*auhi*) ist sehr fühlbar. Am seltsamsten ist aber, dass auch da, wo zwei verschiedene Formen vorhanden sind, der Gebrauch das Pluralsuffix oft an den Singular setzt. So kommt es denn, dass bei dem Mangel der Pluralbezeichnung in manchen Formen des Verbums man oft in ganzen Sätzen nicht weiss, ob von Einem oder Mehreren die Rede ist.

Die wenigen Vokalveränderungen, wie der Wegfall des *a* vor dem ת des Femininums bei vokalisch anlautenden Suffixen und die Aussprache der kürzesten Stämme mit dem Vokal nach dem ersten Konsonanten (*sefr* für *s'fer* u. s. w.), sind ganz wie im Syrischen.

3. *Pers. Sing. m.* Das Suffix יא (ܗ̣) wird, wie beim Verbum, gewöhnlich bloss א geschrieben. Es tritt an den Singular und Pluralis und zwar bezeichnet die Schreibung oder Nichtschreibung des י keinen Unterschied des Numerus. 59

1) Am Singular. עדיא „seine Hand" (ܐܝܕܗ), פומא „sein Mund", זארא „seine Gattin" [1]), כורסייא und כורסיא „sein Thron" (ܟܘܪܣܝܗ), אבויא „sein Vater", אחויא „sein Bruder" [2]).

2) Am Plural. כולהון ראחמא „alle seine Freunde" (ܪ̈ܚܡܘܗܝ), מינילא שגישיא „seine Worte sind stürmisch" [3]), ליגרא „seine Füsse", כולהון בנא „alle seine Söhne", סאגארא „seine Verehrer".

Fem. א. (Nach Vokalen würde es wohl יא sein) זארא „ihr Gatte", בנא „ihre Söhne".

Plur. Das Suffix ist eigentlich mask. הון, am Plur. mask. איהון, fem. הין, איהין. Das ה erhält sich nach Konsonanten nur in כולהון כולהין „sie alle", nach Vokalen kann es willkührlich bleiben oder wegfallen [4]). Nicht 60

---

1) Das sehr häufige Wort זארא „conjux" scheint aus זאוגא entstanden zu sein.

2) Diese beiden Formen können natürlich nur Singularis sein.

3) Museum 20 steht falsch שגישא.

4) Ganz ähnlich im Samaritanischen.

selten steht die Pluralform am Singular. Da die Behandlung beider Suffixe dieselbe ist, so stelle ich die Beispiele wieder durch einander.

1) Am Sing. und Plur. fem. אבוהון „ihr Vater“ [1]), סיפרון „ihr Buch“, יולפאנון (ܝܘܠܦܢܗܝܢ), „ihre Lehre“, מיתקאלון „ihr Gewicht“, חאובון „ihre Schuld“, מארון (ܡܳܪܗܶܝܢ für ܡܳܪ̈ܝܗܶܝܢ) und מאריהתון „ihre Einsicht“ (§. 17), עכילתון „ihre Speise“, מאצבותון „ihre Taufe“, נישמאתון „ihre Seelen“, קאשתאתון „ihre Bogen“, אבאהאתון „ihre Väter“. Daneben aber שומאיהון „ihr Name“, כילאיהון נישלום „ihr Maass ist voll“, רוחאיון „ihr Geist“, כאספאיון „ihr Silber“, דאהבאיון „ihr Gold“, דמותאיון „ihre Gestalt“, חאילאיון „ihre Kraft“, חילתאיון dasselbe, דוכתאיין „ihr Ort“ neben דוכתין.

2) Am Plur. mask. באתאיהון und באתאיון „ihre Häuser“, חאייאין „ihr Leben“, פאגראיהון „ihre Körper“, מינילאיהון „ihre Worte“, חאדאיין „ihre Brüste“, חאטאיון „ihre Sünden“.

61 *2. Pers. Sing.* m. Das Suffix אך, nach Vokalen ך, tritt ohne Unterschied an den Singular, wie Plural.

אבוך „dein Vater“, כורסיאך „dein Thron“, עמאך „deine Mutter“, מאראך „dein Herr“, עצראך „dein Bewusstsein“, מינילתאך „dein Wort“, עבידאתאך „deine Thaten“, אבאהאתאך „deine Väter“, גובראך מאיתיא „deine Männer sterben“, כולהון ראחמאך „alle deine Freunde“, אחאך „deine Brüder“.

Als Femininform kommt vor זאהביך „dein Gold“, רוגזיך „dein Zorn“; gewöhnlich ersetzt das Maskulinsuffix das des Femininums; so steht z. B. neben זאהביך die Form מארגניאתאך „deine Perlen“.

62 *Plur.* Das Suffix ist für das Maskulinum am Singular כון oder אכון [2]). Doch tritt die Pluralform איכון oft an den Singular. Die Femininform אכין, איכין wird meistens durch die Maskulinform vertreten.

בותכון „eure Bitte“ (ܒܥܘܬܟܘܢ), מאלאלכון „eure Rede“, דאיאנאכון „euer Richter“, חאיסותאכון „eure Frömmigkeit“, תושביחתאכון „euer Preisen“,

1) „Ihr Bruder“ ist אחוייון (für אחוהון) mit der Variante אחאיון (Pluralsuffix).

2) Das א ist wahrscheinlich eine vollere Bezeichnung des Vokalanstosses, welcher dem Suffix der 2. Person im Hebräischen und Aramäischen immer vorhergeht und bewirkt, dass das ך stets *rafe* bleibt. Im Neusyrischen ist dafür sogar *ô* (ôchun); vergl. Stoddard 25, 27.

עוחראחאכין „eure Wege“, שומאיכון „euer Name“, כנישחאיכון „euer Gottes-haus“, מאראיכון „euer Herr“ [1]), ואואיכון „eure Frauen“, ראחמאיכון „eure Freunde“, אנפאיכון „euer Antlitz“, ארסאיכון „eure Betten“.

1. Pers. Sing. Das im Syrischen schon unhörbare Suffix musste im 63 Mandäischen auch aus der Schrift verschwinden. Und so findet sich denn auch ziemlich häufig אב „mein Vater“ (ܐܒܝ) und עם „meine Mutter“ (ܐܡܝ); ferner נישמאת „meine Seele“ und noch wenige ähnliche Beispiele. Gewöhnlich aber wird das Pluralsuffix אי auch an den Singular und Femininplural gehängt: נאפשאי „ich selbst“, קאלאי „meine Stimme“, מאראי „mein Herr“, נאצבאי „mein Pflanzer“, פומאי „mein Mund“, בראי „mein Sohn“, כורסיאי „mein Thron“, דוכתאי „mein Ort“, נישימתאי „meine Seele“, ספינתאי „mein Schiff“, אבאהאתאי „meine Väter“.

Am Plural mask. בורכאי „meine Kniee“, אחאי „meine Brüder“, ראחמאי „meine Freunde“, בנאי „meine Söhne“.

Plur. Das Suffix ist אן, nach Vokalen ן; für den Plural wird *ain* theils 64 zu איאן gedehnt (§. 9), theils zu אן zusammengezogen. Da nun aber איאן auch am Singular erscheint, so ist wieder jeder Unterschied der Numeri verwischt.

1) Am Singular und Plural fem. אבון „unser Vater“, רישאן „unser Haupt“, זמאראן „unser Gesang“, רושמאן „unser Zeichen“, ליגטתאן „unser Fang“, שולתאן ובותאן „unsere Frage und unsere Bitte“, מינילתאן „unser Wort“, סכילאתאן „unsere Thorheiten“, אחואתאן unsere Schwestern“. — כולאיאן „wir alle“, מאראיאן „unser Herr“ neben מאראן [2]).

2) Am Plur. mask. חאטאיאן „unsere Sünden“, עדאיאן „unsere Hände“, אחאן „unsere Brüder“ (öfter).

Infinitive.

Der sehr häufige Infinitiv des Qal stimmt mit der gewöhnlichen Aramäi- 65

1) Möglich wäre es, dass das *ai* in מארא mit Suffixen von dem ursprünglichen und im Stat. constr. מאריא noch erhaltenen vokalischen Auslaut herrührt; doch ist dies, wenn man die andern Formen vergleicht, kaum wahrscheinlich.

2) So ist אבאיאן „unser Vater“ gebildet; wofür wir oben schon אבון hatten; die Variante אבויאן ist schwerlich statthaft.

schen Bildung ganz überein. מיבטאל „eitel sein", מיכבאש „summisse agere"; מיסלאק „steigen [1]), מינתאר (ohne Assimilierung) „abfallen" [2]), מיכאל „essen", מיזאל „gehen", מידא „wissen" (ܡܶܕܰܥ), מיקאד „brennen". Von ע״ו מיראן „richten", (Spät-Chaldäisch und Talmudisch מֵידַן), מיסאף „untergehn", (מֵיסַף). Von ל״י mit *i* (*e*) wie im Samaritanischen und oft im Chaldäischen: מירמיא „werfen", מיהויא „sein", מיביא „bitten" (מִבְעֵי), מיתיא „kommen".

Alle andern Stämme bilden ihren Infinitiv durch ein ו vor dem letzten Radikal und die Endung יא [3]). So vom Paʿel בארוכיא „segnen", יאקוריא „ehren", שאבוחיא „preisen", קאיומיא „aufrichten", דאלוייא „erheben", מאטרייא „hingelangen"; in אסויא heilen" ist nur *ein* ו geschrieben (§. 5). ניחוייא (mit י für א) „besänftigen" muss von נחא = ܢܘܚ kommen. Aehnlich ist noch ראורוביא „erheben".

Vom Afʿel ist die einzige vorkommende Form ארומיא „erheben" (רום) [4]).

Reflexivformen sind: ותלאבּושיא „und bekleidet werden", עתארוביא „gemischt werden" (ܚܠܛ), עשתאפוייא „ausgegossen werden" (ܫܦܐ), ליתיגלוייא „offenbart zu werden" (für ל״ע). Zum Theil setzen sie ein מ vor מיתיאתוריא „sehr gross sein", מיתבאנוניא „befestigt werden". Die kürzere Form מישתאייא „reden" (ܫܬܐ), findet sich ebenso im Chaldäischen: לְמִשְׁתָּעֵי Targ. Cant. 5, 10.

Im Status constructus verändern sich die Infinitive nicht, wenn man von dem Beispiel ותלאבושיא נישמאת חייא בלבוש חייא „und dass die Seele des

---

1) Man würde מיסאק (ܡܶܣܰܩ) erwarten.

2) מארואז „frohlocken" wird in מירואז zu verändern sein.

3) Vergleiche im Talmudischen Infinitive wie סייועי „helfen", אסתכולי אקסומי צלויי „anschauen"; ganz genau so ist die Infinitivbildung im Neusyrischen z. B. fârôqe „retten". (Stoddard 52) ṣâlôwe „beten" (167), maštuwe „tränken" (169). Hier wechseln nach bestimmten Gesetzen *â* — *ô* und *a* — *u*. — Wahrscheinlich ist sowohl *o* als *e* nur aus *a* verfärbt, also בארוכיא = בְּרָכָה. Der Syrische Infinitiv unterscheidet sich nur dadurch, dass er statt *á* die Abstraktendung *út* (*ú*) ansetzt.

4) Wie אנוחי „hinstellen" ab. zâra 34a.

Lebens mit dem Kleide des Lebens bekleidet werde“, einen allgemeinen Schluss ziehen darf [1]).

Der Infinitiv nimmt zuweilen Possessivsuffixe (למיכלאיכון „zu eurem Essen“, למישיתיאיכון „zu eurem Trinken“) und Objektsuffixe an. (למיחזיא „sie zu sehn“ (mehezyâ), למיזיבנאן „mich zu kaufen“, למיחזיכון „um sie zu sehn“).

Das Beispiel לשאבוחאך ליאקוראך לראורובאך לבארוכאך לקאיומאך „dich zu preisen, zu ehren, zu verherrlichen, zu segnen, zu erheben“ zeigt, dass die Endung יא vor Suffixen abfällt [2]).

Zahlwörter.

Die vorkommenden Zahlen sind: 66

	Mask.	Fem.		
1	חאד	חדא	20	סרין
2	אתרין, תרין	תארתין [3])	30	—
3	תלאתא	תלאת	40	ארבין
4	ארבא	ארביא [4])	50	חאמשין
5	חאמשא	— [5])	60	שיתין
6	שיתא	—	70	שובין
7	שובא	שאבא	80	תמאנאן [6])
8	תמאניא (t'manyâ)	תמאניא (t'mânê)	90	תשין
9	תשא	תשא	100	מא
10	—	—		—
11	—	—	300	תלאתמא
12	חריסאר (תְרֵיסַר Talm.)	—	400	ארבימא [7])

1) So auch im Talmudischen z. B. אולודי נכריתא „Geburtshülfe leisten bei einer Heidin“ ab. zâra 26b; לאחותי ברי „meinen Sohn herunter zu holen“ ibid. 27a.

2) Ebenso im Neusyrischen vergl. Stoddard 102 f. wo ܟܡܫܡܫܢܐ zu Grunde liegt.

3) Mit היניך zusammengezogen zu תארתיניך „sie beide“.

4) *i* in der Femininform findet sich auch im Neusyrischen ܐܪܒܝ.

5) Die Form würde wahrscheinlich חאמיש lauten (wie שאמיש „Sonne“).

6) Die einzige Form, in welcher aus *ä* (*ai*) und der Pluralendung *în*, wie öfter im Chaldäischen, *ân* geworden ist. (Chald. תְמָנָן).

7) Einmal mit der Variante ארבאימא.

500	חאמשימא	900	חשימא
600	Mit ל: לשתימא (Var. לעשתמא)	1000	אליף (Plur. אלפיא)
700	שאבימא	10000	רובאן
800	—		

Von Ordinalien sind mir vorgekommen קאדמאיא, תיניאנא, תליתאיא, ארביאיא (für ארבייאיא), חמינאיא.

„Einmal so viel" heisst: חארחרין (مرة أخرى).

Partikeln.

Präpositionen.

67 Die häufigste Präposition ist ל, welches sehr oft in der Form על erscheint. Es ist nämlich unzweifelhaft, dass יעל sowohl die „auf" bedeutende Präposition ܥܠ, als eine durch den bekannten Vorschlag entstandene Veränderung von ל ist. Beispiele für על = ל begegnen uns in grosser Menge (vergl. unten §. 76). Seltner erscheint אל für על, ל z. B. אל אנפאיכין „auf euer Antlitz" neben על אנפאיכין, ואל אסמאלא „und zur Linken", אל דאר דאריא „in Ewigkeit" neben לד", מן אלבאר „von aussen" für מן לבאר. Man würde eigentlich erwarten, dass in der Bedeutung „auf" nur אל vorkomme; es bleibt aber immer wahrscheinlicher, dass in על = ܥܠ die auch sonst vielfach belegte Veränderung des *a* zu *i* in geschlossner Silbe (§. 6), als eine sonst gar nicht nachzuweisende Rücksicht auf die Etymologie die Schreibart mit ע veranlasste [1]). Uebrigens kommt auch ל in der Bedeutung ܥܠ vor.

Ausser ל verbindet sich nur noch ב „in" eng mit dem Substantiv. Beide treten vor einen vokallosen Konsonanten gewöhnlich ohne Bezeichnung des Vokals, nicht selten aber bezeichnen sie ihn auch durch י oder א (§. 2). Die sonstigen von mir aufgefundenen Präpositionen sind:

מן nicht bloss „von", sondern auch, wie Norberg richtig erkannt hat, „mit" und in diesem Fall = ܥܡ z. B. ער מאמליליתון מן חאכימא „wenn ihr mit einem Weisen redet" (vergl. Norb. II, 70); מינאי אסגון „sie gingen mit

---

1) Auch das Neusyrische vermischt ܥܠ „vulgarly" mit ܠ (Stoddard 153).

mir", אנאת מינאן מאן ואכילאן „du bist mit uns: wer besiegt uns?", אברן שיתיל אסניא מינאיאן ליארדנא „unser Vater Śitil, geh mit uns zum Jordan", וי אוליא מינא באלואתא „welche mit ihm, bei ihm gehn" [1]).

לואת oder אלואת „bei" „hin zu".

עלאויא oder אלאויא „über" (עֲלָוַי).

קודאם und אקאמא (Spätchald. קֳמֵי, Neusyrisch ܩܡܐ Stoddard 192) „vor".

אבאתאר „hinter".

תותיא (תוֹתֵי für תְחוֹתֵי, ܬܚܘܬ), אתותיא „unter". (Adjektiv: תיתאיא).

ביניא und zweimal באיניא „zwischen" (ܒܝܢܝ בֵינֵי); vor Suffixen gewöhnlich בינאת = ܒܝܢܬ.

אכואת „wie" [2]).

Die meisten dieser Präpositionen können noch ganz in ihrem ursprünglichen Werthe als Substantive gebraucht und mit den Präpositionen ב, ל, מן verbunden werden. Z. B. מן קודאם מיא „von vor dem Wasser", באלואתא „bei ihm" u. s. w.

Von den Präpositionen nehmen die selbständig stehenden (einschliesslich מן) fast stets und ל zuweilen die *Suffixe* an als wären sie Plurale. (Vergl. Talmudische Formen, wie מינייהו „von ihnen", מיניכו „von euch", מנאי „von mir", קמאי „vor mir").

68

3. Pers. Sing. m. לא „ihm" [3]), עלא „zu ihm", „über ihn", בא „in ihm", מינא „von ihm", אתותא „unter ihm", לואתא „bei ihm".

Fem. עלא „über sie", מינא „von ihr". An einer Stelle finden wir die sonst im Mandäischen beispiellos dastehende Form עלאיא „über sie" (aus עֲלַיְהָא).

Plur. m. להון, לון oder auch עלון „ihnen" בון „in ihnen" בינאתון und

---

1) Auch im Neusyrischen kommt ܥܡ als „mit" vor (Stoddard 141).

2) קבאל (קֳבֵל, ܩܒܠ) habe ich nur in der Verbindung מן קבאל וי „von wegen, dass" gefunden. ܥܡ = cum (مع) hat Norberg wohl nur aus der dunkeln Stelle III, 74, 8 genommen. Die Bedeutung des dort stehenden ܥܡܗܘܢ zu erkennen, müssten wir erst die eigentliche Schreibart der Handschriften erfahren.

3) דילא „ejus".

מן בינאתאיהון „zwischen ihnen“, לואתאיהון „bei ihnen“, מינאידהון, מינאיין „von ihnen“.

Fem. לין *αὐταῖς*, und selbst לאיין, בין „in ihnen“, לקודאמאיין „vor ihnen“, מינאיין „von ihnen“.

2. Pers. Sing. לאך, עלאך „dir“, באך „in dir“, אחותאך „unter dir“, עלאראך „über dir“, אבאתראך „hinter dir“ u. s. w.

Von besondern Femininformen kommt vor ביך, ליך, מיניך.

Plur. לכון, עלכון und auch oft לאכון[1] und selbst לאיכון „euch“, מינאיכון „von euch“, עלאואיכון „über euch“, בינאתאיכון „zwischen euch“, לקודאמאיכון „vor euch“.

Fem. לכין „euch“, מינאיכין „von euch“, עלאואיכין „über euch“, אבאתראיכין „hinter euch“, קודאמאיכין „vor euch“.

1. Pers. Sing. ליא oder לע „mir“[2] neben עלאי, באי „in mir“, מינאי „von mir“, לואת „bei mir“ (ܠܘܳܬܝ §. 63), neben לואתאי, אקאמאי „vor mir“, עלאואי „über mir“ u. s. w.

Plur. לאן[3] und עלאן „uns“, מינאן und מינאיאן „mit uns“ „von uns“, לואתאיאן „bei uns“ neben בילואתאן, מן בינאן aus unserer Mitte“, עלאואיאן „über uns“.

Sonstige Partikeln.

69 Im Folgenden gebe ich eine Uebersicht der Wörtchen, welche man gewöhnlich Konjunktionen nennt, sowie der Adverbien von allgemeinerer Bedeutung. Bei der nicht sehr grossen Anzahl wird es nicht nöthig sein, die Wörter nach bestimmten Klassen zu ordnen.

איאך „wie?“ „gleich wie“ (ܐܝܟ §. 9).

כא (ܟܳܐ) „hier“, לכא „hierher“, האכא „hier“, (הָכָא). Mit עת (ܐܝܬ) und לית zusammengezogen erhalten wir die Formen עכא „existit“ „there is“ (Talm.

---

1) Auch דילאכון „euer“. Vergl. Neusyrisch „lochun“ (Stoddard 30); Samar. לוכון.

2) Auch דיליא. Dies ist das einzige Wort, in dem sich das Suffix *î* rein erhalten hat; im Syrischen ܕܝܠܝ fällt das *î* bekanntlich auch ab.

3) Auch דילאן „unser“.

איכא), ליכא „non existit“ „there is not“, (Talm. ebenso). Für das erstere kommt einige Male auch אכא vor. Dieselbe Form ist anderwärts offenbar Fragewort in der Bedeutung „wo ist?“ oder „num existit?“; als solches ist es entweder mit א = dem Fragewort ܐ, הֲ oder wahrscheinlicher, da diese Partikel sonst gar nicht vorkommt, mit *ai* „wo?“ zusammengesetzt, also *aka* für *aika*. (Norberg schreibt ܐܟܐ oder ܐܟܐ z. B. II, 76).

ܬܡܢ (lies תאם = תם) „dort“, mit הא: האתאם (הָתַם). Einmal kommt als Gegensatz zu מן האכא „von hier“ vor מן תאמון „von dort“, wofür vielleicht מן תאמאן (ܡܢ ܬܡܢ) zu schreiben ist. תום „dann“ von der Zeit, ist, da sich der Gegensatz des Zeit- und Ortsadverbs durch die Vokalisierung im Aramäischen nicht findet, als aus dem Arabischen ثُمَّ entstanden anzusehen.

Ein *e*=*ai* „wo?“ liegt in ליא oder אליא „wohin?, wo?“ für לְאַי (Talmudisch לייא „wohin?“) und in מנא „woher?“ (bei Norberg ܡܢܐ und ܡܢܐ z. B. II, 34, 36, 122) für menai, m'nai. (Auch Talmudisch מנא „woher?“).

עמאת oder mit ל: לעמאת „wann?“ (ܐܡܬܝ, אֵימָתַי, Talmudisch und Spätchaldäisch z. B. Gen. 30, 30 Jon. אימת) כול עמאת ווי „so oft als“.

האשתא (השתא) oder האשא (ܗܫܐ) „jetzt“ [1]).

להאנא „hierher“ (vgl. הֵנָּה هُنَا).

להיל „weiter“ (ܠܗܠ Samar. לעל Gen. 19, 9. vergl. הָלְאָה, Chald. הַלָּא und הַלָּן in der Mischna).

לאקאמא „zuvor“, לאבאתאר „hinterher“.

ܠܡܢܐ „warum?“ (Norb. III, 192, 228; ܡܢܐ vielleicht aus μῶν?)

אלמא „wozu?“ aus ל und מא.

אלמא „bis“ ist dagegen wahrscheinlich aus ארלמא also aus ܥܕ + ܠ + ܡܐ zusammengezogen. Mit ל (אלמא ל) wird es als Präposition, mit ווי als Konjunktion („bis dass“) gebraucht.

עדילמא „bis wann?“ ist aus denselben Elementen zusammengesetzt.

---

1) Zusammensetzung von שַׁעְתָּא, שָׁעָא mit demonstrativem הָ, vergl. das Talmudische הארנא (für הָעִדָּנָא) und das Samaritanische הזבנא „jetzt“ (Gen. 46, 30). An den Hebräischen Artikel ist natürlich durchaus nicht zu denken.

האיואך (ܗܐܝܘܐܟ ܗܝܕܝܢ) und האירין oder האיזין (ܗܝܕܝܢ) „dann“.

כבאר „schon“ (ܟܒܪ).

עטאך „vielleicht“ (ܥܛܟ).

לא (ܠܐ) und stärker לאר (ܠܐܪ, לָאר aus הר + לא) „nicht“.

Das Fragwort מע, מעיא auch מעי (Variante מי) „num“, welches sich gern vorn an die Wörter hängt z. B. מיאדית „weisst du?“ ist wohl nur eine Umlautung von מא „was?“ Bei Norberg findet sich so ܥܕܡܐ „bis wann?“ (II, 286 lin. 16), welches sicher = מָא + עַד ist. Mit כא ist מיאכא „num existit?“ (Norberg schreibt ܡܟܐܠܐ, ܡܟܐܠܐ und selbst ܡܟܠܐ, welches er mit „inde“ übersetzt, als wäre es = מִכָּא) [1]).

ܟܛܪ (siehe die Stellen bei Norberg s. v.) „so lange“; im Nachsatz steht immer ܐܠܟܡܐ „bis“. Es scheint von כטר „warten“ herzukommen, kann aber I, 218 nicht die erste Person Imperf. sein, der es sonst gleicht.

An einigen Stellen, wie לא יאדאנא למאן קא נאטריא „ich weiss nicht, wen sie bewachen“, ושומא וי חייא קאדכריא „und sie nennen den Namen des Lebens“ (wofür an einer andern Stelle קדאכריא) kommt ein Wörtchen קא vor, das auch wohl in der Form קי erscheint (קיסאגיאן „sie gehen“) [2]), den Sinn höchstens sehr leise modificiert und sich nur vor Participien hängt. Es ist nicht zweifelhaft, dass Lorsbach Recht hat, wenn er (handschriftlich zu der ersten Stelle) dies קא mit dem Talmudischen קא zusammenstellt, dessen Gebrauch (es steht oft vor dem prädikativen Particip, seltner vor dem Perfekt) ganz ähnlich ist. Ursprung und Verwandtschaft des Wörtchens ist ganz dunkel; natürlich ist die Zusammenstellung mit dem Griechischen γέ verfehlt [3]).

ו „und“.

אף „auch“.

---

1) Ebenso ist im Talmud מי nicht selten „num“, מי איכא „num existit“ (z. B. Aboda zâra Fol. 2).

2) Auch bei Norberg kommt ܩܡ so vor.

3) Das Neusyrische ܟܐ (ke) ist allem Anschein nach dasselbe Wort (Stoddard 41).

היכילא, auch היכעלא oder הענכילא „aber“ (häufig) ist aus הין „ecce“ und אִלָּא (nisi) zusammengesetzt.

כוי „wie“ = ܟܰܕ (§. 26); aber nicht bloss temporell wie dieses. Oft tritt די noch einmal dahinter z. B. כוי די לא הואת „als sie noch nicht da war“. Aehnlich ist כמא „wie“ gebildet.

Mit די und Präpositionen werden auch im Mandäischen verschiedene Konjunktionen gebildet z. B. מן קודאם די „ehe dass“ u. s. w.

אמינטול די „weil“ (ܡܶܛܽܠ, אמטול).

עו „wenn“, seltner הין (إن). Die erste Form ist wohl aus *em*, *en* entstanden und das *u* eine Trübung in Folge des Nasals (Spätchaldäisch אי).

אכאנדית (mit und ohne די) „als ob gleichsam“. Der Schluss ist gewiss דְאִית[1] („dass ist“); die ersten beiden Silben mögen = ܟܰܝ in ܗܳܟܰܝ (also) oder = كأن (d. i. كإن „wie wenn“) sein.

Das Relativ די erscheint oft als reine Konjunktion in der Bedeutung „dass“, auch zur Einführung direkter Rede.

Von *Interjektionen* finden sich הא und הין „ecce“, ואי oder עואי „wehe“ (mit ל z. B. ואיליכון להאלין די „wehe denjenigen, welche . . .“) und יא „o“, das in der Anrede vor das Nomen tritt und gewiss dem Arabischen entlehnt ist (يا)[2].

Diese Uebersicht über die Mandäischen Partikeln, welche ich freilich keineswegs für ganz vollständig ausgeben will, zeigt eine ziemliche Verringerung des alten Vorraths. Wörter, wie ܗܳܟܰܢܳܐ, ܐܰܟܰܢܳܐ, ܟܶܠܘ, ܓܶܝܪ[3], ܕܶܝܢ, ܕܰܠܡܳܐ, ܒܪܰܡ, הֲרֵי, כֵּיוָן u. s. w. fehlen ganz und, was neu gebildet ist, ist nicht so bedeu-

1) So scheint das Syrische ܟܺܝܬ = כְּאִית zu sein („wie es ist“).

2) Auch das Neusyrische braucht ܝܐ so (Stoddard p. 144, 162).

3) Wie ܕܶܝܢ gewiss ein altaramäisches Wort ist, dessen Gebrauch nur durch das Griechische δέ beeinflusst ist, so möchte ich es nicht für unmöglich halten dass auch ܓܶܝܪ nicht geradezu γάρ ist, sondern ursprünglich = جَيْرِ „wahrlich“. Das ähnlich klingende Griechische Wort wirkte aber auf seinen Gebrauch und seine Bedeutung ein; nur der lange Vokal bezeugt noch seine Verschiedenheit von γάρ.

tend, dass es den Mangel ersetzen könnte, einen Mangel, der um so mehr auffällt, als der Reichthum an Partikeln gerade ein Hauptvorzug des Aramäischen ist.

Dritter Theil.

Syntaktische Bemerkungen.

70 Wenn wir in den beiden ersten Theilen wenigstens den Rahmen einer vollständigen Grammatik einhielten, so beschränken wir uns in der Syntax auf die Besprechung einiger wichtigen Punkte. Im Satzbau weicht das Mandäische nicht sehr stark von den übrigen Aramäischen Mundarten ab, und wir werden in diesen Abweichungen meistens nur ein Verwischen der alten Regeln, ein Vergessen des syntaktischen Unterschieds der Formen, keine wahre Neugestaltung finden. Sodann wären aber für eine genaue Syntax sorgfältig gereinigte und durchforschte Texte noch nöthiger, als für die Formenlehre, nnd ich muss gestehn, dass ich auf Grund der mir vorliegenden Quellen eine systematische Darstellung der Syntax nicht zu unternehmen wagte.

Vom Geschlecht.

71 Dass dem Mandäischen vielfach der Sinn für die Unterscheidung der Formen abhanden gekommen ist, selbst da, wo noch verschiedene Formen neben einander bestehen, haben wir schon mehrfach in der Formenlehre gesehen. Hierher gehört besonders die Vertretung des Femininums durch das Maskulinum, obgleich die weiblichen Formen noch grösstentheils daneben erhalten sind. Aus der Menge der Fälle gebe ich nur einige wenige Beispiele.

1) Pronomen. כולהון רוחיא בישאתא „alle bösen Geister (für כולהין), חידואתא בכלילאיהון אתיאן „Bräute kommen mit ihren Kronen" und so sehr oft הון für הין, ebenso oft כון für כין, אך für יך; ferner האזין מאצבותא „diese Taufe" (für האזא) und öfter האזין für האזא vgl. §. 25. 2) Participium und Adjektiv. ומן גובריא האוין ליליאתא נוקבאתא „und von den Männern sind weibliche Dämonen" (für האויאן), כארסאואתא סריקיא האויאן „uteri vacui sunt" (für סריקאן), מארגניאתא די שאנין „glänzende Perlen", האלון שאילתא האחאם

„dort wird ihnen eine Untersuchung werden“ [1]), נישמאתא וי בדורדיא רמין „die Seelen, welche in den Schmutz geworfen sind“ (und ähnlich oft נישמאתא mit dem Maskulinum) u. s. w. 3) Dass im Verbum finitum viele Femininformen allmählig aussterben und durch Formen des Maskulinums ersetzt werden (z. B. תין durch תון in der 2. Plur. Perf.), haben wir oben gesehn; auch dass vor Suffixen ausser in der 3. Sing. das Verbum stets die Maskulinform erhält z. B. ניסקא האלין נישמאתא וניחזונא „diese Seelen werden steigen (fem.) und ihn sehen (mask.)“.

Doch ist zu bemerken, dass — abgesehen von völlig verlornen weiblichen Formen — nur die Setzung einiger weiblichen Pronominalformen sowie einzelner Verbalformen für die männlichen häufig ist, dass das Prädikat gewöhnlich dem Geschlecht des Subjekts, das attributive Adjektiv *stets* dem seines Substantivs folgt.

Wortstellung.

72 Die schon im Syrischen freie Wortstellung ist im Mandäischen vielleicht noch freier, wie schon die Umkehr derselben in den sehr beliebten sonst gleichlautenden Parallelsätzen zeigt. Das Adjektiv steht gemeinlich nach seinem Substantiv, doch kann es des grössern Nachdrucks wegen auch vortreten z. B. וי לא שאניתויא לדאכיא מימראי „dass ihr mein reines Wort nicht verändert habt“, קאביל דאכיא רושומא „er empfing das reine Zeichen“ (und so öfter דאכיא), ואילאך ראבתיא עוראיתא „wehe dir, grosses Gesetz“, קארמאיא ברא „der erste Sohn“.

Das Demonstrativpronomen steht gewöhnlich vor seinem Substantiv, kann aber, ohne den Sinn irgend zu verändern, auch nachtreten.

Pronomen.

73 הינון, הע, הו stehn, wie im Syrischen, in Nominalsätzen als Copula und zwar auch bei אנא und אנאת z. B. כול מאן מן שורבא וי חייא הו „jeder der zum Stamm des Lebens gehört“, אנא הו ראביא „ich bin der Erwachsende“, אנאת הו זיואן „du bist unser Glanz“, ער נישימתא חאד הע „wenn die Seele nur

---

1) Dagegen an einer andern Stelle: שאילתא האויא לאך.

Einer (ein Mensch) ist" (öfter), שלמאניא האניך הינון די „friedfertig sind die, welche . . .

Wie im Syrischen sagt man מאנו שומאך „wer ist dein Name?" (Norberg II, 108 dafür falsch ܡܢܘ „was ist").

Der Gebrauch des Relativs די ist gerade so ausgedehnt, wie der des Syrischen ܕ.

Um ein Objekts- oder Possessivpronomen nachdrücklich hervorzuheben, wird dasselbe mit דיל wiederholt, besonders nach Präpositionen: סניון עותריא לדיליא „es hassten mich, mich die Genien", על שומאך דילאך „um deines Namens willen", מן קודאמאך דילאך „vor dir her", מינא דילא „von sich selbst", לאיית אלאהא די מינאי דיליא יאקיר „es giebt keinen Gott, der mächtiger als ich wäre", מאהו נביהא די דאמיליא דיליא „was für ein Prophet gleicht mir?" Seltner wird דיל so vorangestellt z. B. ולדיליא ניצבון „und *mich* stellten sie auf". Ueberhaupt geht in דיל der Begriff des Possessivums oft ganz verloren und es tritt an die Stelle der reinen Personalpronomen z. B. ולדילון סאגדיא „und sie verehren sie", ותיביל כולא לדילכון שאויתא „und ich habe die ganze Erde euch gegeben".

Verbum.

74 Die Tempora unterscheiden sich im Gebrauch nicht wesentlich von den Syrischen. Nur greift der Gebrauch des Participiums als Tempusform allmählig um sich und beschränkt das Imperfektum mehr und mehr, ohne darum, wie im Neusyrischen, dasselbe ganz zu verdrängen. Das Participium, das zuweilen, wie die 3. Pers. der beiden Tempora, auch ohne ausgesprochnes Subjekt steht (וקארילון נאכוריטיא „und *sie nennen* sie Anachoreten", אמינטול די על נורא סאגדא „weil *sie* das Feuer [1]) anbetet"), ist keineswegs auf die Bezeichnung des Präsens unserer Sprachen beschränkt [2]), sondern umfasst den vollen Umfang des Imperfekt's. So kann z. B. די mit dem Particip heissen „auf dass" z. B. רוקא ו .... ביארדנא לא תישדיא די לא לאייטלאך נאטריא די יארדנא

1) Später noch על שאמיש (die Sonne), למשיחא (dem Messias) u. s. w. Sonst immer dieselben Worte.

2) Ein Präsens in unserm Sinne bildet auch im Syrischen diese Zusammensetzung nicht.

„Speichel und (andere Unreinigkeiten) wirf nicht in den Jordan, damit dich nicht der Hüter des Jordans verfluche“ (gerade wie auf derselben Seite עלאך .. ודי לא תישתאלאט עדא „auf dass die Hand .... nicht Macht erhalte über dich“), ודי לאכלא לכון נורא „damit euch nicht das Feuer fresse“ [1]).

Ein Ueberbleibsel des ursprünglichen, im Syrischen schon fast verschwundenen Gebrauchs des Imperfekts zur Bezeichnung gleichzeitiger Zustände oder Handlungen auch bei der Vergangenheit findet sch in der häufigen Redensart מאליל ודי נימאר = تَكَلَّمَ يَقُولُ oder وهو يقول (oder وهو قائل).

Die im Syrischen so beliebten Zusammensetzungen des Verbum finitum mit ܗܘܐ sind im Mandäischen nicht gebräuchlich.

Der Infinitiv wird sehr häufig, wie der Hebräische Infinitivus absolutus und das Arabische مصدر, dem Verbum finitum oder Participium zur Verstärkung hinzugefügt z. B. מיסלאק סאלקית „du steigst“, מיבטאל באטליא „sie sind ganz eitel“, מידאן דאינית „du richtest“, עתארוביא חאמרא במיא עתאראב „der Wein ward mit Wasser vermischt“, מיתיאתיריא מיתיאתאר „er wird sehr gross.“

Nomen.

Die drei Status kommen zwar alle vor, doch, wie man denken kann, 75 ist nur der Status emphaticus häufig. Der Stat. absolutus ist nur beim Adjektiv etwas häufiger, bei Substantiven kommt er selten vor in Fällen, wie חלאק ומנאק בית חייא לא תיהוילא „er wird weder Antheil (خلاق) noch .... im Hause des Lebens haben“ [2]), כול צבו „alles Ding“, כול זבאן „jede Zeit“. Etwas häufiger ist der Absolutus — abgesehen von einigen als Eigennamen gebrauchten Wörtern wie שאמיש „Sonne“ (aber immer סירא = סִהְרָא „Mond“),

---

1) Ebenso im Neusyrischen ܕܫܡܥܬܠ „auf dass du hörest“ (Stoddard 168) und die ganze Konstruktion mit ܒܥܠ (für ܒܥܐ vergl. p. 109) d. i. ܒܥܐ ܕ „quaeritur (Part. pass.), ut“ mit dem Particip z. B. ܒܥܠ ܗܘܝܢ „ich werde sein“ = ܒܥܐ ܕܗܘܐ ܐܢܐ (ähnlich wie ܒܥܐ ܕܢܗܘܐ d. i. ודי מיהויא באייא, was Norberg s. v. ganz falsch mit dem Hebräischen בוא zusammenbringt).

2) Was מנאק ist, weiss ich nicht. Norberg II, 113 übersetzt sicher falsch „monile et torques“.

נהור „Licht", חשוך „Finsterniss" (doch auch zuweilen נהורא und חשוכא) — in distributiver Wiederholung z. B. לבוש על לבוש „mit Kleidern über Kleidern", זבאן זבאן „von Zeit zu Zeit", במנא מנא „Theil für Theil", באיניא מאי למאי „zwischen lauter Wasser", מן ריש בריש „von Kopf zu Kopf" d. i. immerdar, מן דוך דוך „von einem Ort zum andern", ܒܡܕܝܢ ܡܕܝܢ „in verschiedenen Städten" (Norb. I, 58). Aus den beiden letzten Beispielen sieht man, dass die Femininendung in solchen Fällen abfallen kann.

Der Stat. constructus ist nicht häufiger, aber auch nicht seltner, als im Syrischen. In der Verbindung zweier Substantive haben wir ihn z. B. in תיריא חשוך „die Thüren (ܬܪܥܐ) der Finsterniss", תיריא כושטא „die Thüren der Wahrheit", ראחמות כושטא „Liebe zur Wahrheit", טאבות חייא „Güte des Lebens", גיליא יאמא „Wogen des Meers" u. a. m.; häufig ist דאר דאריא „Geschlecht der Geschlechter". Ziemlich beliebt sind adjektivische Verbindungen wie מראוראב נהורא „gewaltig von Licht" d. i. von gewaltigem Licht, נפיש נהורא „von ausgebreitetem Licht", יאתיר חייא „reich an Leben". Gewöhnlich wird natürlich die Genitivverbindung durch די = ܕ ausgedrückt.

Als Prädikat steht der Singular des Adjektivs und Particips regelmässig im Stat. absol. z. B. חאכימא די לא תריץ „der Weise, welcher nicht gerade ist", קאלא מקאשאי „seine Stimme ist rauh", מאלאלא מכאראב „seine Rede ist gelogen", שותא אתריצא „seine Rede (ܡܡܠܠܗ) ist gerade", מאדיהתא נפישא „seine Kenntniss ist ausgebreitet", רוחא . . . ראמיאלון „der Geist wirft sie"[1], נישמאת צאביא „meine Seele will" (ܢܦܫܝ ܨܒܝܐ), נאפשא באיא „seine Seele sucht" (ܒܥܝܐ), רוחא מאסגיא לואתאי ואתיא ואמרא „der Geist geht zu mir und kommt und spricht". Hochst selten steht hier der Stat. emph. z. B. מא די אמארת מקאימא „was du sagst, ist richtig", עו אנאת האוית מכיכא „wärst du (o Juschamin mask.) demüthig".

Im Plural hat das Femininum als Prädikat immer den Stat. absol. z. B. חידואתא אתיאן „Bräute kommen", מינילתאך ומינילתאן מנאטראן „dein und unser Wort sind bewahrt", נישמאתא די מאסיגיאן „Seelen, welche gehen",

---

1) Wäre רוחא Maskulinum, so stände ראמילון.

כול ענשיא מישתיביא „alle Weiber werden gefangen“ [1], כישמאתא וי כאחתא ליארדנא „Seelen, welche zum Jordan herabsteigen“.

Dagegen ist für das Maskulinum im Plural der Stat. emph. ebenso gebräuchlich, als der Stat. absol. Jeder Unterschied ist geschwunden, so dass in denselben Redensarten bald der eine, bald der andere steht. Auch wechseln beide Formen nach den Handschriften, und zwar ohne dass in einer die eine Form durchgeführt wäre [2]). Beispiele sind sehr zahlreich קאימיא אחיא ביחדאדיא „die Brüder stehen bei einander“ (Variante קאימין), תריסאר אלפיא עותריא יאתבין „12000 Genien sitzen“ (so der Oxforder Cod., der Pariser יאתביא), כמא אלפיא עותריא יאתביא (hier gerade der Pariser יאתבין) [3]), וי באיין מינאיהון ולא יאהביא „welche von ihnen fordern und nicht geben“. Gewöhnlich ist der Stat. absol. nur bei den Wurzeln ל״י; vergl. ausser dem eben angeführten Beispiel noch כולהון האדריא ובאיין אבוהון „Alle kehren um und suchen ihren Vater“. Doch findet sich auch hier der Stat. emph. z. B. אחיא וי מאסגיא „Brüder, welche gehen“, ואילינון להאלין וי קאריא ולאבדין „Wehe denen, welche lesen und nicht handeln“.

In den zahlreichen Fällen, in denen sich ב und ל mit einem Suffix unmittelbar anhängen, ist es beim Maskulinum nicht zu entscheiden, ob das Prädikat im Stat. absolutus (mit abgefallnem ן) oder im Stat. emph. stehe z. B. יומא וי ראמילאך תיגרא בנאך „am Tage, da deine Söhne dir Streit erregen“, וי מאלפילין „welche sie lehren“.

Als Objekt wird ein *bestimmtes* Substantiv gewöhnlich durch ל oder על 76 bezeichnet, wobei dasselbe noch durch das Objektsuffix am Verbum oder durch ל mit dem Suffix hervorgehoben wird z. B. ודאיינלון על גאנזיבריא „und richtet sie, die Schatzmeister“ (Oberpriester), פיחתא על פומא oder על פומא פיחתא „er öffnete seinen Mund“, ועל יושאמין מאן אשפילא מן דוכתא „und wer warf den Juschamin von seiner Stelle?“, לשומא וי חייא לאיטילא „den Namen des

1) Für מישתיביאן (§. 53).

2) Möglich ist freilich auch, dass יא in diesen Fällen bloss eine Form des Stat. absol. wäre mit abgefallenem ן, wie im Talmudischen stets י nicht bloss für den Stat. emph. = ָן, sondern auch für den Stat. absol. = ין steht.

3) An einer andern Stelle haben beide in dieser Redensart יאתבין.

Lebens verfluchen sie". Aber oft fehlt dies Objektzeichen auch bei bestimmten Substantiven z. B. ודאכון נאפשאיכון „nnd reiniget euch selbst" (und öfter bei נאפש), ושומא וי עשו דאכריא „und den Namen Jesu nennen sie", ודמורתאיין נישאניא ולוזאיא נאלבשא „und ihr Bild verändert er und sein Weib bekleidet er", לא עתילכון ליבאי „mein Herz gebe ich euch (ܠܒܝ ܠܟܘܢ) nicht", ווידקא נימאכיך עוחראתאכין „und Gerechtigkeit ebne eure Pfade", פאסת ארקאך וביניאנאך „du hast deine Erde und deinen Bau zerstört".

Vierter Theil.

Ueber den Wortschatz.

77 Der Wortschatz des Mandäischen beruht zum grössten Theil auf altaramäischem Grunde; doch hat dasselbe noch mehr Fremdwörter aufgenommen, als das Syrische. Freilich ist die Zahl der Griechischen und Lateinischen Wörter viel geringer, als im Syrischen [1]; dagegen ist die Menge der Persischen Lehnwörter, wie man nach den Wohnsitzen und der halbpersischen I[...]are der Mandäer von vorn herein erwarten kann, ungemein gross, noch bedeutend grösser, als Norberg annahm. Auch finden sich einige Arabische Wörter, wie תום (ثمّ), יא (يا), wahrscheinlich auch צראך „schrie" = صرخ. Häufiger werden diese Arabischen Wörter in den Beischriften der Abschreiber. Da haben wir z. B. לאקאב (لَقَب) „Beiname", תאפסיר וי באואתא „Erläuterung [2] (تفسير) der Gebete" und bei Eigennamen selbst Türkische Wörter wie אגא (اغا), באשא (باشا Arabische Aussprache für پاشا). Die wenigen Hebräischen Wörter wie תיביל (תֵּבֵל), שאפתא (שַׁבָּת), עיל (אֵל), brauchen nicht unmittelbar zu den Mandäern gekommen zu sein, da sie durch die christliche Bibelübersetzung [3] in den Syrischen Sprachschatz gebracht sind.

---

1) Mir ist nur *ein* Lateinisches Wort aufgestossen, das im Syrischen nicht vorzukommen scheint, nämlich ܐܘܣܘܪܐ (Norb. II, 258, 13), offenbar = usura „Zins". Norberg versteht die Stelle falsch.

2) Oder „Uebersetzung".

3) Es ist übrigens sehr zweifelhaft, ob die Mandäer die Bibel in einer unmittelbaren christlichen oder jüdischen Uebersetzung gekannt haben. Die hin und

Auf keinen Fall hat jüdischer Sprachgebrauch einen irgendwie nennenswerthen Einfluss auf die Gestaltung der Mandäischen Mundart gehabt. Ebensowenig aber lässt sich ein unmittelbarer Einfluss der Syrischen Schriftsprache auf dieselbe nachweisen.

Fünfter Theil.

Ueber das räumliche und zeitliche Gebiet des Mandäischen und sein Verhältniss zu den übrigen Aramäischen Mundarten.

Die Mandäische Mundart stellt sich nach dieser Darstellung als ein echt 78 Aramäischer, von fremden Einflüssen — abgesehen vom Wortschatz — so gut wie gar nicht berührter Dialekt dar, der sich aber hauptsächlich durch lautliche Verweichlichung, dann auch durch Schwinden des Gefühls für die Scheidung der Formen stark vom Altaramäischen unterscheidet, wenn auch lange nicht in dem Grade, wie das Neusyrische, welches auch die alte Weise der Formenbildung durchgängig geändert hat. Steigen wir nun von der jetzigen Gestalt des Mandäischen zu einer älteren empor, welcher die genannten Entartungen noch fremd waren, so erhalten wir eine Sprache, welche zwar mit den sonst bekannten Aramäischen Dialekten im Ganzen stark übereinstimmt, aber doch von jedem im Einzelnen verschieden ist. Am ähnlichsten ist sie der einzigen Aramäischen Mundart, welche uns in grammatisch genau festgesetzter Gestalt vorliegt, dem Syrischen, nähert sich aber in andern Punkten mehr dem ältern Jüdisch-Aramäischen (Chaldäisch-Samaritanisch). Bei dem Nachweis der Uebereinstimmung müssen wir uns aber hüten, nicht zu viel auf blosse Analogien in der lautlichen Entartung zu geben, welche auch in Dialekten, die in keiner Verbindung unter einander stehn, unter ähnlichen

wieder vorkommenden Bibelstellen scheinen blosse Gedächtnisscitate zu sein und weichen von dem Wortlaut des Textes sehr bedeutend ab. Man betrachte z. B. die Stellen aus Jes. V (Norb. I, 322) und aus Psalm 114 (Norb. I, 320), und man wird finden, dass der Wortlaut sowohl von der Syrischen wie der Chaldäischen Uebersetzung zu verschieden ist, als dass wir annehmen könnten, sie seien aus einer derselben genommen.

Verhältnissen ähnlich fortschreiten kann. So ist z. B. die Erweichung der Gutturale im Samaritanischen und Galiläischen [1]) kein Zeichen eines nähern Zusammenhanges mit dem Mandäischen, welches diese Laute ähnlich — im Einzelnen freilich in mannigfach abweichender Weise — behandelt; diese Erweichung findet sich ähnlich auch im Neusyrischen, ja auch im Neupunischen und Aethiopischen. Wichtiger ist schon die Analogie des Abfalls der schliessenden unbetonten Vokale, der Behandlung des א, der Zusammenziehung des ַיָּא im Status emphaticus Plur. zu יא (ـ̈ܐ), welche sich auch im Syrischen finden, zum Theil hier aber erst eingetreten sind, nachdem die Konsonantenorthographie festgestellt war [2]). Ohne grosse Bedeutung für die Stellung der Dialekte zu einander ist übrigens die Aussprache der Vokale *â — ô*, *ô — au*, *ê -- ai*, hinsichtlich welcher auch im Syrischen *nie* völlige Einigkeit erreicht ist, wenngleich die an der zweiten Stelle angeführte Aussprache wenigstens in der spätern Zeit die gewöhnlichere geworden ist [3]). Das Mandäische hat, nach seiner Orthographie zu schliessen, in diesem Punkte fast durchgängig die älteste Aussprache *â*, *au*, *ai* beibehalten [4]). Am meisten Gewicht lege

---

1) Siehe Buxtorff s. v. גליל.

2) Im Syrischen stellt uns die konsonantische und die vokalische Schrift zwei verschiedene zeitlich, vielleicht auch räumlich, getrennte Zustände der Sprache dar; offenbar wollte, wer zuerst ܡܕܝܢܬܐ, ܦܩܕܘ, ܦܩܕܝ, ܢܫܐܠ, ܩܐܡ u. s. w. schrieb, dass man m'dîntâ, p'qadu, p'qudi, niś'al, qâim sprechen sollte; aber nach der spätern (Edessanischen?) Aussprache lauteten diese Wörter m'dîtô, p'qad, p'qud, neśal, qôyem, und die Vokalisation berücksichtigte allein diese Aussprache, liess jedoch die alte Konsonantenschrift unangetastet. Dies Thema liesse sich noch viel weiter ausführen. Ich bemerke nur noch, dass schon Afrem die Schlussvokale nicht mehr sprach, wie das Metrum seiner Hymnen zeigt. — Auch im Talmud fallen zuweilen *u* und *i* im Auslaut ab.

3) Vergl. Barhebraeus, gram. ed. Bertheau p. 3 f. Andererseits lässt sich beweisen, dass auch im Jüdisch-Aramäischen stellenweise *ô*, *ai*, *au* gesprochen wurde.

4) Dass man ursprünglich *â*, *au*, *ai* sprach, lässt sich noch aus der jetzigen Punktation nachweisen. Dietrich hat in seinem verdienstlichen, wenn auch noch grosser Vervollständigung fähigen Buche über den Unterschied des Chaldäischen

ich übrigens auf die Gleichheit der Bildung der dritten Person des Imperfekts durch נ im Syrischen und Mandäischen [1]), gegenüber dem, vielleicht nur durch Hebräischen Einfluss entstandenen, י im Jüdisch-Aramäischen. Wichtig sind ferner einige syntaktische Gleichheiten, wie das ausschliessliche Vorwalten des Status emphaticus, u. a. m. Auch im Wortschatz stimmt das Mandäische mehr zum Syrischen, als zum Chaldäischen.

Diese Stellung des Mandäischen entspricht auch seiner geographischen Lage. Weniger die Analogie, dass noch die Araber dem Dialekt des سَواد die Eigenschaft beilegen, ح zu ه, ع zu ء zu machen (Quatremère im Journal as. 1835, Mars, p. 218 f.), als der Umstand, dass die Mandäer, so lange wir sie kennen, zu beiden Seiten des untern Euphrat und Tigris wohnen, bestimmt uns, ihren Dialekt für den der Aramäer (Nabatäer) von Babylonien zu halten. Freilich mochte die Sonderstellung der seltsamen Sekte Manches in ihrer Sprache etwas anders gestalten, allein, da wir *keine Spur einer rein gelehrten Willkühr* in derselben entdecken, so haben wir keinen Grund, anzunehmen, ihre Sprache sei von der der übrigen Bewohner dieser Gegend wesentlich verschieden gewesen [2]). Das Syrische nun wird von einheimischen Syrern als der Dialekt von Edessa (Urhôi) angegeben, muss also jedenfalls aus dem nördlichen Mesopotamien stammen. Das Chaldäische aber, der Dialekt Palästina's, ist räumlich viel weiter entfernt.

Freilich nimmt man, wenn man nicht den Unterschied des Chaldäischen und Syrischen ganz leugnet [3]), gewöhnlich an, das Chaldäische sei die Sprache

---

und Syrischen nicht mit Glück zu beweisen gesucht, dass man schon im ersten Jahrhundert *â* wie *ô* gesprochen habe. Dabei will ich natürlich nicht leugnen, dass diese im Hebräischen so alte und in so vielen Sprachen vorkommende Trübung mundartlich auch im Aramäischen schon sehr alt sein kann.

1) Auch im Talmudischen ist diese Form gebräuchlich.

2) Es werden also auch die Nabatäischen Schriften, die dem Ibn Waḥšîyâ etwa vorlagen, in einem ähnlichen, freilich wohl etwas ältern, Dialekt geschrieben gewesen sein.

3) Wer das noch thut, der wird freilich auch nicht zu überzeugen sein, wenn er in den von Landsberger herausgegebnen Fabeln des Sofos deutlich eine Syrische, durch Jüdische Abschreiber halb Chaldäisch gemachte Schrift vor Augen hat, oder im Targûm der Sprüche eine ähnliche Dialektvermischung sieht.

Babylon's und ebendaher ist der unglückliche Name Chaldäisch gekommen. Allein, seitdem man nicht mehr glaubt, dass das Hebräische während des Exils als Volkssprache ausgestorben und von den verhältnissmässig Wenigen, die aus Babel zurückkehrten, durch deren Aramäische Sprache verdrängt sei [1]), und seitdem es fest steht, dass das Buch Daniel im 2ten Jahrhundert vor Christus von einem *Palästinenser* geschrieben ist, seitdem hat man durchaus keinen Grund mehr zu einer so seltsamen Hypothese. Der Aramäische Dialekt, der seit dem 4ten oder 3ten Jahrhundert vor Chr. in Palästina überhand nahm, ist gewiss nicht quer durch die Wüste, sondern aus der Aramäischen Nachbarschaft, aus Damask und dessen Umgegend, gekommen, und hat, freilich vielfach mit Hebräischen Elementen durchsetzt, allmählich die alte Sprache völlig verdrängt. So ist denn auch die Mundart der Samariter, welche doch Niemand aus Babel herleiten wird, zwar noch stärker mit Hebräischen Formen erfüllt [2]), gleicht aber der Sprache der nicht für Babylonier, sondern für das *Volk* in *Palästina* geschriebenen Aramäischen Abschnitte des alten Testaments und der ältern Targûme fast in allen Stücken, in denen diese sich vom Syrischen unterscheidet.

Sehr gross ist dagegen die Uebereinstimmung des Mandäischen mit der Aramäischen Mundart des Talmuds [3]), welcher eben auch die Volkssprache einer *Babylonischen* Gegend zur Grundlage hat. Man kann behaupten, dass sich fast von allen wichtigern Erscheinungen im Mandäischen einzelne Spuren auch im Talmud finden. Aus der Sprache der Babylonischen Schulen ist dann freilich auch Manches in die späteren Targûme eingedrungen, deren Sprache sich dem Mandäischen weit mehr nähert, als die der älteren.

---

1) Man lese nur Jes. 13 f. 40 — 66 u. s. w., um zu sehen, wie rein Hebräisch damals die Judäer in Palästina, wie in Babylonien, sprachen.

2) Die Hebräischen Ueberreste in der lebenden Samaritanischen Sprache sind freilich schwerlich so zahlreich gewesen, wie in der des gelehrten Uebersetzers.

3) Unter dem Namen *Talmudisch* habe ich in dieser Abhandlung immer die *Aramäische* Mundart des *Babelî* bezeichnet, welcher daneben bekanntlich auch zahllose kleinere und grössere Stücke im späteren (Mischna-) Hebräisch enthält, die aber immer nur mechanisch mit den Aramäischen verbunden sind. Auf die Sprache des Jerûśalmî (der nach Jost gleichfalls in Babylon abgefasst ist) gehe ich aus Unbekanntschaft mit demselben nicht ein.

Mit [1]) dieser Ansicht stimmt nun auch die Angabe der Syrer überein. Barhebräus [2]), offenbar nach einem ältern Vorgänger — denn zu seiner Zeit sprach man in Damask und Palästina gewiss schon allgemein Arabisch — unterscheidet drei Syrische Dialekte: 1) den reinsten, Aramäischen Dialekt, den von Edessa und dem übrigen Mesopotamien d. i. die Syrische Schriftsprache; 2) den Dialekt von Palästina oder von Damask und dem übrigen innern (oder eigentlichen) Syrien d. i. die Sprache, welche man westlich vom Euphrat und der Wüste sprach und die wir, wohl etwas durch die Eigenthümlichkeit der Jüdischen Litteratur modificiert, aus den Chaldäischen Schriften [3]) und der Samaritanischen Uebersetzung des Pentateuchs kennen; dahin gehört auch die stark Hebräisch (Phönizisch) gefärbte Sprache des Steins von Carpentras und wahrscheinlich auch die Mundart von Palmyra, zu deren näherer Bestimmung freilich die wenigen bis jetzt bekannten Inschriften nicht hinreichen; 3) die unreinste Mundart, die Chaldäische [4]) oder Nabatäische, die der Assyrischen Berge und der Niederungen des 'Irâq. Hier scheinen zwei verschiedene, dem feingebildeten Syrer nicht näher bekannte, aber ihn noch mehr, als die Palästinensische, abstossende Mundarten zusammengefasst zu sein, als deren Abkömmling wir einerseits das Mandäische (und Talmudische), andererseits das Neusyrische [5]) zu betrachten haben; diese Dialekte

---

1) Wenn Dietrich die Inschrift im Appendix C zu Bunsens Outlines Vol. II, für rein Chaldäisch erklärt und daraus folgert, dass das s. g. Chaldäisch eben in der Gegend des untern Euphrat gesprochen sei, so ist dagegen einfach zu erwidern, dass seine Lesung ganz falsch ist.

2) Histor. dynast. ed. Pococke p. 16 f. des Textes und bei Quatremère Journ. as. 1835 Mai. p. 215 f. (wo Quatremère leider den Originaltext nicht anführt.)

3) Einschliesslich der s. g. versio Hierosolymitana des N. T., bei der die Anklänge an spezifisch Jüdische Redeweise (z. B. צדיק für זדיק, צחקא „lachend", קהלא „Versammlung") es sehr wahrscheinlich machen, dass sie für Juden, etwa von einem getauften Juden, angefertigt ist; mithin kann sie nicht als vollgültiger Beweis für die Geltung des Jüdischen Dialekts auch bei den Christen dieser Gegend gelten.

4) Chaldäisch ist hier natürlich, *wie immer bei den Arabern*, = Babylonisch (Nabatäisch), nicht = Jüdisch.

5) Diese, nach Barhebräus von den *Nestorianern* geredete Gebirgssprache ist viel-

rechtfertigen völlig jenes Urtheil, auch wenn man sie um eine bedeutende Stufe des Alters und der Ursprünglichkeit hinaufrückt.

Schwieriger, als die Frage nach dem Orte, ist die nach der Zeit unseres Dialekts. Obwohl in einer frühern Periode wurzelnd, setzen die Mandäischen Schriften doch die Existenz des Islâms voraus, können demnach, mögen auch einzelne Theile älter sein, doch nicht vor dem Auftreten des Islâms ihre letzte Gestalt erhalten haben. Wir haben hier also einen terminus a quo für die jetzige Form der Sprache. Unsere Handschriften stammen, soweit die Daten vorliegen, alle aus dem Ende des 16ten oder aus dem 17ten Jahrhundert; die ausführlichen Ausweise der Abschreiber über ihre Originale und über deren Quelle u. s. w. führen uns wenigstens einige Jahrhunderte über diese Zeit hinauf bis zur Abfassung der Bücher. Es bleibt uns also etwa ein Raum von 700—1300 n. Chr. als muthmassliches Zeitalter der uns vorliegenden Gestalt des Dialekts. Freilich schreiben noch die Abschreiber im 16ten und 17ten Jahrhundert in derselben Sprache; doch glaube ich Spuren von Unsicherheit in ihrem Gebrauch zu finden, aus denen folgen würde, dass sie dieselbe nur auf litterarischem Wege, nicht als lebende Sprache kennen gelernt hätten. Wenn diese Sprache „oder vielmehr ein Jargon dieses Jargons" noch bei den wenigen jetzigen Mandäern in Chûzistân (Petermann, Reise II, 455), gebraucht wird, so haben wir darin wohl schwerlich eine eigentliche lebende Muttersprache zu sehen, sondern ein gelehrtes Kauderwälsch, wie das Latein bei den Mönchen im Mittelalter und das Hebräische bei den Juden bis auf die Neuzeit [1]).

Anhang.

Ueber das Facsimile in „Relation de divers voyages curieux Tom. 1. Paris 1663 [2])".

In diesem Werke finden wir auf 2 Folioseiten ein ziemlich langes Stück

---

leicht dieselbe, welche die Syrischen Lexikographen ܠܫܢܐ ܢܒܛܝܐ nennen. Vgl. Larsow, de diall. ling. Syr. reliquiis.

1) Dass die Meisten die alte Sprache nicht mehr kennen, sagt Petermann II, 457.

2) Herausgeber ist Nicol. Melchisedeck Thévenot.

aus einem Mandäischen Buche nebst einem Alphabet und Syllabar am Ende. Das Stück ist aber voll der stärksten Fehler, welche vermuthlich theilweise auf Rechnung eines unwissenden Mandäischen Schreibers, theilweise auf die des flüchtigen Europäischen Kopisten zu setzen sind. So sind öfter Buchstaben doppelt geschrieben z. B. גששיש (links Zeile 10) für קשיש „alt", גראממיא (l. Z. 11) für קראמיא, ganz falsche Buchstaben gesetzt z. B. ך für כ, oft א für י (z. B. תנאאנאי für תיניאניא l. 15 und 16) [1]), Wörter aus einander gerissen (z. B. גרמא יא für קארמאיא l. 10) und annexible Buchstaben getrennt.

Häufig sind gewisse Buchstabenverwechslungen: für ק steht *immer* ג; für ס mehrmals צ z. B. אצגאי = אסגיא „er ging" (l. 26, rechts 3), צאכא für סאכא „Ende" (l. 20); aber auch כאסוראיא (sic) für כאצוראיא; für ב zuweilen פ in שאפאאג = שאביק „Vergebung" l. 5, תיפאיל = תיביל „Erde" l. 18, שופא „sieben" l. 18 neben שובא l. 25.

Das Merkwürdigste sind aber folgende drei Erscheinungen:

1) für יא $\bar{e}$ wird אי geschrieben z. B. יאתיראי „reiche" l. 4, גבראי „Männer" r. 9, אלאראי „über" l. 4; für איא (aye) aber איי z. B. חאיי „Leben" (einmal חאי l. 3), גרמאיי = קארמאייא. Auch im Inlaut steht zuweilen אי für *i*, *e* z. B. תיפאיל = תיביל „Erde" l. 18, שיפאין „siebzig" l. 19, אמראין = אמרין „sie sagen" l. 25, r. 2. Umgekehrt כשיאט = כשיט „wahr" r. 12.

2) Bei dem Suffix der 3. Pers. Sing. Mask. tritt das oben (§. 1) besprochene Zeichen des ה an z. B. לאיה „ihm" (ܠܗ), שינתאיה „seinen Schlaf" r. 13, בראשיה „auf seinem Kopf" l. 26, r. 16.

3) Die Vokalisation ist viel sparsamer, indem kurze und lange Vokale oft, jedoch ohne Konsequenz, fortgelassen werden. So wird auch in den Diphthongen das א weggelassen z. B. היואך = האיואך [2]).

---

1) So wird auch, bis auf einmal l. 3., immer וא für וי geschrieben.

2) Mehrmals steht fehlerhaft gar א für *ai* und *au* z. B. מהאמאן „gläubig" r. 12 (neben מהימנאן r. 9), מאהרארבא = מיתראורבא.

Die beiden letzten Punkte lassen auf einen ältern Zustand der Orthographie schliessen, als den durch die bekannten Handschriften dargestellten. Leider ist das Stück sonst so fehlerhaft geschrieben und gezeichnet, dass wir es durchaus nicht als Zeugen für Sprachformen haben anführen dürfen.

Verbesserungen und Zusätze.

S. 88 Zeile 15 lies אֱתֵית.
— 90 — 3 von unten lies ܟܠ.
— 92 — 5 lies ܒܒܠܐ.
— 93 — 14 — ܐܢܠ.
— 93 — 8 und S. 48 f. Das א in ינאכון, ינאכין wird ebenso zu erklären sein, wie in den entsprechenden Possessivsuffixen vgl. S. 136 Anmerk. 2.
— 96 Der Wurzel זכי, דכי steht im Arabischen زكو gegenüber, während ذكو, ذكى, dessen Grundbedeutung „scharf, spitz" zu sein scheint, schwerlich hiermit zusammenhängt.
— 99 Zeile 6 lies ܢܝܢܝܗܘܢ für ܢܝܢܗܘܢ.
— 104 Anm. 2 Z. 3 lies ܗܓܐ statt ܗܪܐ.
— 105 Anm. 2. Im Syrischen gehört ausser ܗܡܝܡܝܢ hierher das in Cureton's Remains of a very ancient recension of the gospels in Syriac (London 1858) mehrfach vorkommende ܗܠܝܢ „illi" d. i. ד + אלו + הָ . אלו, wie in der Mischna, = אלין (vergl. z. B. Matth. 15, 22; 20, 9. Joh. 4, 38, 43 u. s. w.).
— 108. Das letzte Wort des Textes lies ܡܠܟܢܐ.
— 112 Zeile 6 lies ܢܬܡܠܟܘܢ für ܢܡܠܟܘܢ.
— 127. Das letzte Wort lies ܡܟܣܝܠܗ.
— 139 Zeile 12 lies חדא statt תדא.
— 144 — 15 — קאדאכריא statt קאדכ׳.

Einige dieser Fehler finden sich nicht in allen Exemplaren.

